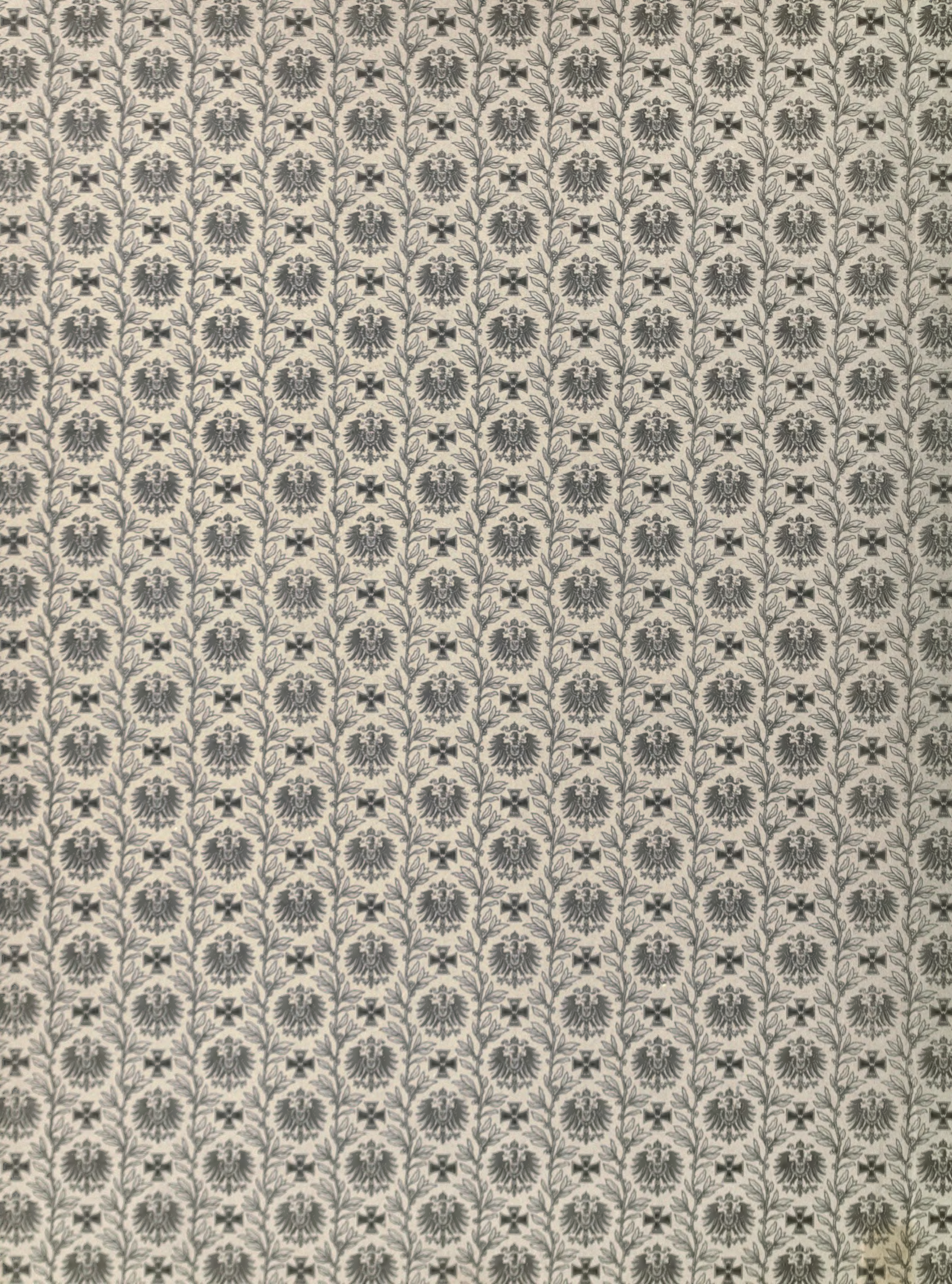
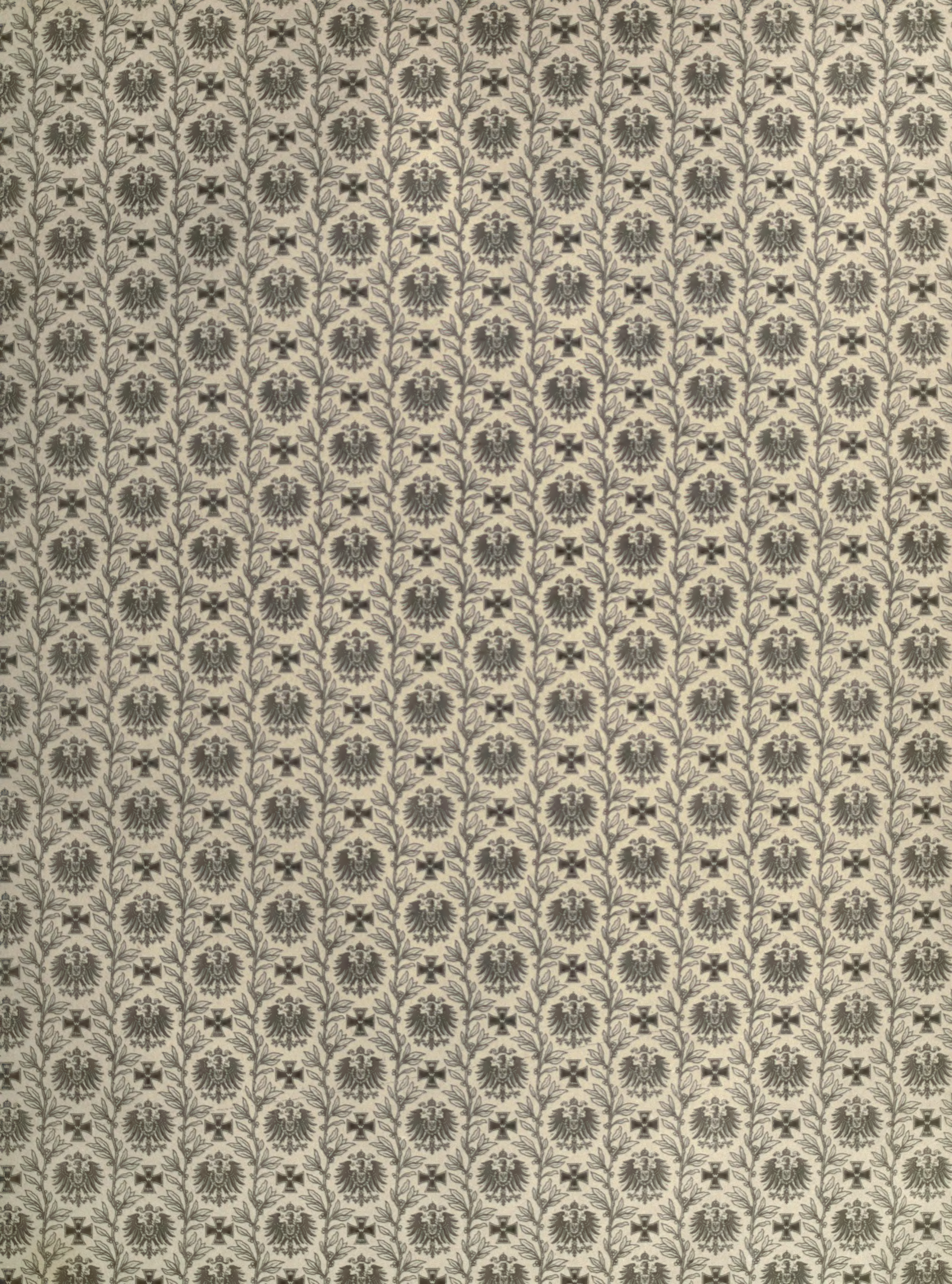




Prof. Mecking

Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
University of Toronto

http://www.archive.org/details/t2p1deutschesdpola03deut

H Polar
D 48.76

ÜBERREICHT VOM VERFASSER.

DEUTSCHE SÜDPOLAR-EXPEDITION 1901—1903

IM AUFTRAGE DES REICHSAMTES DES INNERN

HERAUSGEGEBEN VON

ERICH VON DRYGALSKI
LEITER DER EXPEDITION

- 3 2 1 -

SONDER-ABDRUCK

569471
24.9.53

- 1911 -

DRUCK UND VERLAG VON GEORG REIMER IN BERLIN.

Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903. | Reinardus u. Mecking, Einleitung z. Atlas.

Sonderabdruck aus „Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903". Bd. III. Meteorologie I, 2.
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.

ERGEBNISSE

DER

INTERNATIONALEN

METEOROLOGISCHEN KOOPERATION

OKTOBER 1901 BIS MÄRZ 1904

569471
QA.S.53

Mit dem folgenden beginnt die Veröffentlichung der Ergebnisse, die nicht ausschließlich auf dem Material der Gauss-Expedition beruhen, sondern daneben auch auf dem der internationalen Kooperation. Eine weite Ausdehnung von Veröffentlichungen dieser Art ist nicht beabsichtigt; vermutlich wird nur noch ein zweites Heft von der Stärke des vorliegenden folgen und zu diesen beiden gehörig einer der geplanten Atlanten. Im Gesamtwerk wird dann ein Halbband und ein Atlas von diesen Arbeiten erfüllt sein, beide meteorologischen Inhalts und die Summe dessen umfassend, was sich aus der meteorologischen Kooperation ergab, während die Ergebnisse der entsprechenden erdmagnetischen Kooperation eine anderweitige Verwertung finden sollen.

Diese verschiedene Behandlung von Meteorologie und Erdmagnetismus im Gauss-Werk trotz gleicher Anlage und Beobachtungssumme bei beiden durch und im Anschluß an die Gauss-Expedition darf ich damit begründen, daß die Methoden in der Meteorologie schon fester liegen als in der Wissenschaft vom Erdmagnetismus; auch sind sie einfacher. Von einem Begreifen der letzten geophysischen Zusammenhänge, die den meteorologischen und den erdmagnetischen Vorgängen zugrunde liegen, sind wir in beiden Wissenschaften freilich noch weit entfernt; sie dürften in beiden auf eine gemeinsame Ursache, die Sonne, zurückzuführen sein. Es ist aber nicht zu verkennen, daß die Meteorologie sich dem Endziel des Forschens mit festeren Schritten genähert hat. Bei den erdmagnetischen Aufgaben müssen heute vielfach erst die Umrisse gezogen und die Kategorien gebildet werden, in welche man die Erfahrungen einpaßt, während solche in der Meteorologie schon bestehen.

Aus diesen Erwägungen dürfte die verschiedene Behandlung der beiden Disziplinen im Gauss-Werk verständlich sein, obgleich vor und während der Expedition eine gleiche und gleichgerichtete Arbeitssumme für beide geschah. Bei der Auswertung läßt sich dasselbe Ziel eben nicht mehr auf gleich langen Wegen erreichen. Wir sind in der Meteorologie bis zu einer Gesamtbetrachtung des von der Gauss-Expedition gesammelten und auch des internationalen Materials gekommen, beim Erdmagnetismus nur zur vollen Klarstellung jenes und zur Wegweisung durch dieses. Um auch im Erdmagnetismus weiter zu gehen und alles zu geben, wie in der Meteorologie, bedürften wir der Mitwirkung unserer heimischen erdmagnetischen Observatorien. Die Expedition allein kann jetzt nicht weitergehen.

Über die Entstehung der internationalen Kooperation habe ich mich an anderer Stelle verbreitet (Zum Kontinent des eisigen Südens; Berlin, Georg Reimer, 1904, Kapitel I); dort ist zu ersehen, daß sie gleichzeitig mit und durch die Deutsche Südpolar-Expedition entstanden ist. Sie wurde ein Teil derselben, von ihr mit vorbereitet und auch geleitet, und so ist es berechtigt, daß sie im Gauss-Werk die ihr gebührende, oben umgrenzte Stelle erhält. Der Verkehr mit England hat in unserem damaligen heißen Ringen zur Tat dem langjährigen Traum einer Deutschen Südpolar-Expedition mit zur Verwirklichung geholfen, und bald nach ihrer Sicherung wurde die Englische Discovery-Expedition wieder mit durch die Beziehungen zu Deutschland erreicht. Daraus ergab sich dann ein gemeinschaftliches organisatorisches Vorgehen und dabei der Wunsch, uns nicht allein zu ergänzen, indem wir das große antarktische Arbeitsgebiet geographisch teilten, sondern auch zusammenzuwirken, und dafür waren die Aufgaben der Meteorologie und des Erdmagnetismus prädestiniert.

An den deutsch-englischen Verkehr und unsere gemeinsamen Schritte schloß sich der Beitritt Schwedens, Argentiniens, Schottlands und Frankreichs durch Entsendung von eigenen Expeditionen, und dann die Teilnahme der Nationen, deren Schiffe südlich vom 30.° s. Br. fahren und welche zur Mitwirkung geeignete Observatorien besitzen, durch Beteiligung dieser und der Schiffe. Ein Schritt gab den anderen. Es waren nicht von außen uns zugetragene Wünsche und Instruktionen; es war die Organisation, das Bedürfnis und der Inhalt unserer Expeditionen, welche die internationale Kooperation ins Leben riefen und entwickelten.

Ich kann heute nicht im einzelnen an die vielen denken, die damals mitgeholfen und mitgeplant haben, und die zum Teil jetzt nicht mehr unter den Lebenden weilen. Unser Dank für jeden einzelnen bleibt und, wie ich jetzt bei nahezu vollendetem Werke hoffe, auch der Dank der Wissenschaft. Undurchführbar aber wäre auch die internationale Kooperation gewesen ohne das stete, vertrauensvolle Eintreten des Reichsamts des Innern, und in diesem vornehmlich des Direktors Herrn Dr. Th. Lewald, der auch hier bestimmend gewirkt und schwebende Gedanken und Pläne im In- und im Ausland fundiert hat. Ihm gebührt daher auch an dieser Stelle der Ausdruck herzlichsten Dankes, und desgleichen Herrn Geheimen Rechnungsrat Blumenthal, der gerade für den internationalen Verkehr eine wahre Unsumme von Arbeit stets mit gleichem Entgegenkommen und Verständnis vollzog.

Dann aber habe ich der ausführenden Mitarbeiter zu gedenken. Bald nach Beginn des Verkehrs mit England trat F. Bidlingmaier, der berufene Physiker der Gauss-Expedition, auch in diese internationalen Arbeiten ein. Er verglich die deutschen und die englischen Ansichten, soweit sie schon vorlagen, und zog die Folgerungen daraus. So erwuchs das internationale Programm wesentlich aus seiner stillen Arbeit, in einer Klarheit und Schärfe, daß die Annahme seitens aller zuständigen Stellen des In- und Auslandes schnell gewährleistet war. Nach diesem ist gearbeitet worden von den Schiffen und Stationen vieler Nationen, von den Expeditionen im Felde, von den wissenschaftlichen Mitgliedern und den Offizieren der Gauss-Expedition, und hier vor allem von Bidlingmaier selbst. Auf diesem Programm beruht, was jetzt veröffentlicht wird, zugleich ein Dank seines Strebens.

Doch auch derer habe ich mit Dank zu gedenken, welche nach der Heimkehr des „Gauss“ das internationale Werk aufgenommen und weitergeführt haben. Wenn man denen Recht gibt, welche die Verarbeitung des Materials einer heimgekehrten Expedition für deren schwersten Teil erklären, hatten sie das schwierigste Werk — schwer und entsagungsvoll war es gewiß. J. Enzensperger hatte den Wunsch gehabt, es auszuführen und vor der Abreise des „Gauss“ von Kerguelen noch die Einzelheiten dafür erörtert, doch hat sein Tod diese Pläne vereitelt. Nach unserer Heimkehr übernahm deshalb W. Meinardus das Werk und hat es bald völlig beherrscht. Es galt, die über die ganze Erde verstreuten Beobachtungen zunächst einzubringen, dann zu sichten und auszuwerten. Er hat diese mühevolle Arbeit rastlos und mit durchdringendem Verständnis getan; sie war um so schwerer, als er die Expedition nicht mitgemacht hatte. Ihm und seinem treuen, die Sache mit gleicher Tatkraft erfassenden Mitarbeiter L. Mecking, der einzelne Teile des Werkes bald selbständig übernahm, gebührt bei dessen glücklicher Vollendung hier ein nicht minder herzlicher Dank.

München, 1. Januar 1911.

Erich von Drygalski.

ERSTER TEIL.

DAS BEOBACHTUNGSMATERIAL

UND

SEINE VERWERTUNG

NEBST ERLÄUTERUNGEN ZUM

METEOROLOGISCHEN ATLAS

VON

WILHELM MEINARDUS

UND

LUDWIG MECKING.

A. Historischer Rückblick auf ältere meteorologische Kooperationen.

Der größte Fortschritt, den die Meteorologie und Klimatologie im Laufe des 19. Jahrhunderts gemacht haben, knüpfte sich wohl an die ausgedehntere Verwendung der kartographischen Darstellungsart, welche gestattet, die räumliche Verteilung und das Zusammenwirken der atmosphärischen Erscheinungen und Vorgänge mit einem Blick zu überschauen. Die großen Vorzüge dieser schon 1817 von A. v. Humboldt eingeführten Methode konnten freilich erst hervortreten, als man (in den fünfziger Jahren) die Beziehungen zwischen dem Luftdruck und den andern meteorologischen Elementen erkannte und infolgedessen die bis dahin vernachlässigte Darstellung der Luftdruckverteilung durch Isobaren als wichtiges Forschungsmittel schätzen lernte.

Durch die regelmäßige Ausgabe von täglichen synoptischen Wetterkarten, die zuerst (1863) durch Leverrier in Paris erfolgte und schon innerhalb weniger Jahre in fast allen Kulturstaaten üblich wurde, gewann man in überraschend kurzer Zeit ein äußerst reichhaltiges Material zum Studium der Witterungsverhältnisse. Die Bewegungen und Veränderungen der atmosphärischen Drucksysteme, der Hoch- und Tiefdruckgebiete traten jetzt als die wesentlichsten Faktoren des Witterungswechsels in der gemäßigten Zone in den Vordergrund der Untersuchungen. Damit war die gesamte Auffassung vom Ablauf der meteorologischen Erscheinungen auf eine neue Basis gestellt.

Nicht minder fruchtbar erwies sich die kartographische Darstellung der mittleren Luftdruckverteilung, wie sie zuerst (1868/69) von Buchan veröffentlicht wurde, für das Studium klimatologischer Verhältnisse im kleinen und großen. Durch Karten der Monats- und Jahresisobaren gewann die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre eine neue Beleuchtung.

Bei der Anwendung der neuen Methode in der Praxis der Wettervorhersage machte sich dann bald das Bedürfnis geltend, weitere Gebiete der Erdoberfläche in der synoptischen Darstellung übersehen zu können [1]). Für die europäischen Meteorologen war es erwünscht, die Entstehungsgebiete und Zugstraßen der Antizyklonen und Depressionen kennen zu lernen, die von Westen her kommend die Wetterlage Europas beeinflussen und oft mit unvorhergesehener Schnelligkeit umgestalten. Man gebrauchte eine Verbindung der Wetterkarten der alten und neuen Welt über den Nordatlantischen Ozean hinüber. Solchen Anschluß unter Benutzung des von Schiffen gesammelten Materials in verwertbarer Form zuerst geschaffen zu haben, bleibt das

[1]) Vgl. auch G. Neumayer: Die internationale Kooperation in der Pflege der Arbeit und im Veröffentlichen der Resultate auf dem Gebiete der ozeanischen Meteorologie. Bericht über die internat. Meteor.-Konferenz zu Paris, 1896. Anhang XV. Berlin 1899.

große Verdienst des tatkräftigen ehemaligen Leiters des Dänischen Meteorologischen Instituts, Hoffmeyer. Die von ihm veröffentlichten Karten reichen von Dezember 1873 bis Dezember 1876. Aus ihrer Diskussion ergaben sich ihm und anderen die ersten wichtigen Schlußfolgerungen über den Zusammenhang der Witterungserscheinungen auf dem dargestellten Gebiet.

Aus diesen Erfolgen entwickelte sich bald auch der Wunsch nach einer ständigen Publikation solcher Karten, der in gemeinsamer Arbeit von Hoffmeyer und dem Direktor der Deutschen Seewarte Neumayer Anfang der achtziger Jahre erfüllt wurde. Die mit Dezember 1880 beginnenden „täglichen synoptischen Wetterkarten für den Nordatlantischen Ozean und die angrenzenden Teile der Kontinente" sind seitdem zu einer der wertvollsten Quellen meteorologischer Forschung geworden.

Ähnliche Bestrebungen wie in Europa machten sich schon frühzeitig in Nordamerika geltend; sie gewannen, unabhängig von den zuvor genannten Unternehmungen, Gestalt in einer internationalen Kooperation, welche die ganze nördliche Hemisphäre umfassen sollte. Auf dem Wiener Meteorologen-Kongreß (September 1873) wurde der Beschluß gefaßt, meteorologische Simultanbeobachtungen (im Greenwicher Mittag) von einem möglichst großen Teile der nördlichen Halbkugel zu sammeln und kartographisch niederzulegen, um einen streng synoptischen Überblick über die gleichzeitigen Witterungsvorgänge und deren Veränderungen von Tag zu Tag auf dieser Erdhälfte zu gewinnen. Mit der Ausführung dieses Beschlusses und der Leitung des Unternehmens wurde der Chief Signal Officer der Vereinigten Staaten betraut. Die Resultate dieser ersten, eine ganze Erdzone umspannenden meteorologischen Organisation liegen in täglichen und monatlichen Wetterkarten und Berichten von verschiedenen Abschnitten des Zeitraumes 1875 bis 1887 vor. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist unter Mitwirkung hervorragender anderer Gelehrter durch Greely und Dunwoody erfolgt.

Das fortschreitende Studium der Wetterkarten von den einzelnen Ländern wie auch von der ganzen nördlichen Halbkugel führte nun aber trotz aller Bemühungen immer mehr zu der Erkenntnis, daß der Ablauf der Witterungsgeschichte viel verwickelter wäre, als man nach der ersten überraschenden, fast blendenden Aufhellung des Gesichtskreises durch die synoptische Methode hatte hoffen dürfen. Die Schwierigkeiten, die sich der angestrebten gesetzmäßigen Formulierung der Veränderungen atmosphärischer Drucksysteme entgegenstellten, lagen, wie man es schon früh mutmaßte und immer mehr bestätigt sah, in zwei Richtungen.

Die Dynamik der Witterungsvorgänge ließ sich erstlich nicht erschöpfend aus Beobachtungen am Grunde des Luftmeeres ableiten. In dieser Erkenntnis lag die treibende Kraft für den Beginn der meteorologischen Höhenforschung, der Aerologie, in den neunziger Jahren. Einen weiteren Grund aber für die Schwierigkeiten der Erklärung suchte man in der komplizierten Verteilung von Wasser und Land auf der nördlichen Halbkugel, auf die sich die eingehendere Forschung zunächst beschränkt hatte. Aus dieser Anschauung entwickelte sich der Wunsch, die atmosphärischen Erscheinungen dort zu erforschen, wo in mittleren und höheren Breiten eine fast zonale Anordnung von Land und Wasser und eine entsprechend größere Gleichförmigkeit der von unten her auf die Lufthülle einwirkenden Faktoren einfachere Verhältnisse vermuten ließ, in den außertropischen Breiten der südlichen Halbkugel. In diesem Gedanken wurzelte die internationale meteorologische Kooperation von 1901 bis 1904. Das gemeinsame Vordringen von Süd-

polar-Expeditionen versprach zum ersten Mal eine Gelegenheit, das Studium der Witterungserscheinungen in den mittleren und höheren südlichen Breiten auf eine festere Basis zu stellen.

Einige frühere Versuche zu einer Organisation der meteorologischen Arbeiten auf der südlichen Halbkugel liegen weit zurück. Der erste knüpft sich an den Namen des unermüdlichen Vorkämpfers antarktischer Forschung, G. Neumayers, der als Leiter des Flagstaff-Observatoriums bei Melbourne auf Grundlage der Beschlüsse der internationalen maritimen Konferenz zu Brüssel (1853) die meteorologischen Beobachtungen der nach Australien fahrenden Schiffe von 1858 bis 1863 sammelte und zu praktischen und theoretischen Untersuchungen über die Verteilung der meteorologischen Elemente in der südlichen gemäßigten Zone verwertete. Leider konnte eine ausführlichere Mitteilung dieser Beobachtungen in tabellarischer Form der Kosten halber nur für einen Monat (August 1858) erfolgen [1]); für den ganzen Zeitraum wurde aber doch ein Resumé gegeben, das für spätere Arbeiten noch oft verwendet werden sollte [2]).

In dieselbe Zeit fällt das erste Unternehmen einer synoptischen Darstellung der Witterung über einem Teil der südlichen Halbkugel, dem südtropischen Indischen Ozean. Von Meldrum, dem Direktor des Observatoriums auf Mauritius, wurden für Januar bis März 1861 Wetterkarten entworfen und dadurch die erste wertvolle Grundlage für die Beurteilung der Wirbelbewegung über einem tropischen Meere der südlichen Halbkugel erhalten.

Auf eine weitere Anregung Neumayers hin ward geplant, die Beobachtungen der Gazelle-Expedition auf Kerguelen im Sommer 1874/75 mit denen an Bord von Schiffen jeglicher Nationalität, die in dieser Zeit südliche Breiten durchfuhren, zu verbinden, um eine Anzahl synoptischer Studien auszuführen. Das Material wurde auch an der Deutschen Seewarte als Zentralstelle gesammelt, es erwies sich aber nicht als ausgiebig genug, um mit Aussicht auf Erfolg zu einer umfassenderen Arbeit in Angriff genommen zu werden [3]). Nur im Segelhandbuch für den Indischen Ozean (herausgegeben von der Deutschen Seewarte) sind einige Ergebnisse davon mitgeteilt.

Später wurde noch einmal auf Neumayers Vorschlag beschlossen, die maritim-meteorologischen Beobachtungen während des internationalen Polarjahres 1882/83 zu täglichen synoptischen Wetterkarten des ganzen Atlantischen Ozeans zu verwenden. Das einschlägige Beobachtungsmaterial von deutschen, englischen, niederländischen und amerikanischen Schiffen wurde nach Hamburg geschickt und in Verbindung mit den Beobachtungen an den Landstationen und den Polarstationen auf Süd-Georgien und bei Kap Horn bearbeitet.

„Indessen zeigten", wie Neumayer später berichtete [4]), „die für den Südatlantischen Ozean entworfenen Wetterkarten der bezeichneten Epoche sofort, daß die Schiffsbeobachtungen auf dem Weg um Kap Horn sich nicht weit genug nach Süden erstreckten, um eine durchaus zutreffende Darstellung der Gestaltung und des Verlaufs der atmosphärischen Depressionen geben zu können. Auch waren damals weder die meteorologischen Beobachtungen an der Westküste Afrikas noch

[1]) G. Neumayer: Results of the magnetical, nautical and meteorological observations. Flagstaff Observatory 1860. S. 208 f.

[2]) Results of the magnetical etc. observations in Victoria 1864. S. 344—389.

[3]) Forschungsreise S. M. S. „Gazelle" 1874—1876. V. Teil. Meteorologie. Berlin 1890. S. 241 f.

[4]) In einem ausführlichen historischen Bericht über seine Bemühungen auf diesem Gebiete, den er am 15. November 1904 brieflich an Meinardus sandte.

am Kap der guten Hoffnung und an der Ostküste Brasiliens, Rio de Janeiro nicht ausgenommen, zuverlässig genug, um wertvolle Folgerungen daraus ziehen zu können [1]). Das von mir eingeleitete Unternehmen war der Zeit voraufeilend geplant und mußte um deswillen für eine spätere Zeit vertagt werden. Es war dies um so ratsamer, als die erforderlichen Mittel zu einer solchen Veröffentlichung nicht vorhanden waren."

Das erwähnte Beobachtungsmaterial befindet sich im Archiv der Deutschen Seewarte; außerdem sind dort Entwürfe synoptischer Wetterkarten für den Südatlantischen Ozean von Januar bis August 1883 vorhanden. Aber nur die Augustkarten sind ganz fertiggestellt, auf den übrigen fehlen die Isobaren.

Auch von den Ergebnissen dieser Untersuchungen ist wenig veröffentlicht, einiges findet sich in der Diskussion der Beobachtungen von Süd-Georgien [2]), anderes im Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean.

Sodann hat Ehrhart auf Grund dieses wie des gesamten Materials des Polarjahres Isothermen- und Isobarenkarten der Erde für die Monate und das Jahr (September 1882 bis August 1883) entworfen und bearbeitet [3]). Von diesen Karten sind aber nur die vom Januar und Juli 1883 veröffentlicht. Da jedoch die Darstellung des Isobarenverlaufs über der südlichen Halbkugel auf Beobachtungen von nur 74 Punkten beruht, so kann das Bild nicht sehr genau sein. Immerhin sind die Ehrhartschen Isothermen- und Isobarenkarten die ersten und wohl bisher die einzigen, die für b e s t i m m t e Monate von der südlichen Hemisphäre veröffentlicht sind.

Weitere Arbeiten auf dem Gebiet der synoptischen Meteorologie, die sich auf die ganze Fläche oder über ganze Zonen der südlichen Halbkugel erstreckten, sind unseres Wissens nicht ausgeführt worden. Doch haben die festländischen Teile der gemäßigten und subtropischen Zone, die Staaten Chile, Argentinien, das Kapland und Australien, nach und nach eine ähnliche Organisation des Beobachtungsdienstes wie die Kulturstaaten der nördlichen Hemisphäre erhalten. Man hat dann auch Versuche gemacht, die Witterungserscheinungen über diesen isolierten Landvorsprüngen im südlichen Ozean miteinander zu verbinden, indem man die unperiodischen Schwankungen einzelner meteorologischer Elemente verglich. So hat H. C. Russell Beziehungen zwischen den Luftdruckschwankungen in Natal und Sidney nachzuweisen versucht, aus welchen er u. a. auf eine west-östliche Wanderung von Antizyklonen geschlossen und eine mittlere Geschwindigkeit dafür abgeleitet hat [4]). Ähnliche Fragen sind neuerdings noch ausführlicher von W. Lockyer erörtert worden [5]). Jedoch sind solche Schlußfolgerungen auf gegenseitige Beziehungen der Witterungs-

[1]) Wir haben uns durch Einsicht in das Beobachtungsmaterial von der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugen können.

[2]) Süd-Georgien. Die Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen (im internationalen Polarjahre 1882/83). Bd. II, S. 347 f. Berlin 1886.

[3]) S. B. Ehrhart, Die Verteilung der Temperatur und des Luftdrucks auf der Erdoberfläche im Polarjahre 1882/83. Inaug.-Diss. Erlangen. Stuttgart 1902. Die nicht veröffentlichten Karten hat die kgl. Bayerische Meteorologische Zentralanstalt in München in Verwahrung.

[4]) H. C. Russell, Moving Anticyclones in the Southern Hemisphere. Quart. Journ. R. Met. Soc. Bd. XIX, 1893, S. 23—34. Vgl. das Referat von R. Süring in Met. Zeitschr. Bd. X, 1893, S. (47).

[5]) W. J. S. Lockyer, A Discussion of Australian Meteorology. Solar Physics Committee. London 1909. Derselbe, Southern Hemisphere Surface Air Circulation. Solar Physics Committee. London 1910. In dieser Abhandlung wird auch das Beobachtungsmaterial der letzten Südpolar-Expeditionen mit den Witterungsvorgängen über den Südkontinenten verglichen. Wir kommen im letzten Teil dieses Bandes darauf zurück.

verhältnisse der Südkontinente naturgemäß sehr unsicher, solange die Verbindung zwischen den Landgebieten durch synoptische Karten noch nicht hergestellt ist.

B. Die internationale meteorologische Kooperation 1901—1904.

I. Ihre Geschichte und Organisation.

Als Mitte der neunziger Jahre auf verschiedenen Kongressen in Deutschland und England die Notwendigkeit und Wichtigkeit der antarktischen Forschung für Geographie und Naturwissenschaft wieder lebhafter erörtert wurden und mit der nähergerückten Möglichkeit ihrer Verwirklichung die Pläne und Aufgaben der zu entsendenden Expeditionen bestimmtere Formen annahmen, wurde bald von seiten der deutschen Fachmänner die Forderung einer internationalen Kooperation zur Gewinnung vergleichbarer meteorologischer und erdmagnetischer Beobachtungen eifrig vertreten. Eine derartige Kooperation wurde aber nicht nur in einer planvollen Verteilung der Forschungsgebiete für die Südpolar-Expeditionen angestrebt, sondern auch in einer Erweiterung des Untersuchungsfeldes durch Anlage von Zweigstationen und durch zweckmäßige Ergänzung der Instruktionen für die schon bestehenden Stationen und für die Schiffe. Von deutscher Seite wurde sogleich die Anlage einer Zweigstation auf Kerguelen beschlossen und, nach Vorberatungen in einer Subkommission, der die Herren v. Bezold, v. Drygalski, Hellmann, Neumayer und Supan angehörten, die Anregung zu einer internationalen Kooperation außerhalb des Südpolargebietes durch v. Bezold dem internationalen meteorologischen Komitee zu St. Petersburg (Anfang September 1899) vorgelegt und mit Erfolg vertreten. Kurz darauf wurden auf dem VII. Internationalen Geographen-Kongreß zu Berlin (28. September bis 4. Oktober 1899) durch den designierten Leiter der Deutschen Südpolar-Expedition, E. v. Drygalski, die Grundzüge der geplanten Kooperation dargelegt und durch einen Kongreßbeschluß sichergestellt [1]).

Die darnach von deutscher und englischer Seite eingesetzten Kommissionen verständigten sich, abgesehen von einigen Einzelheiten, zu einem gemeinsamen Arbeitsplan, der von F. Bidlingmaier, dem die Organisation auf deutscher Seite übertragen war, in folgende Form gebracht wurde.

Programm der internationalen meteorologischen Kooperation während der Zeit der Südpolarforschung in den Jahren 1901—1903.

§ 1. Zweck derselben ist die Konstruktion von synoptischen Wetterkarten des noch so wenig bekannten Gebietes der hohen südlichen Breiten für jeden Tag des im § 2 genannten Zeitabschnitts, ein Ziel, das für die Theorie sowohl wie für die Praxis von hervorragender Bedeutung ist.

§ 2. Alle kooperierenden Stationen südlich von 30° s. Br., alle Staaten mit ständigen oder temporären meteorologischen Beobachtungsstationen südlich von 30°, alle Staaten und Rhedereien, deren Schiffe in den Gewässern südlich von 30° während der Dauer der Terminzeit fahren, werden gebeten, zu veranlassen, daß in möglichst weitem Umfang vom 1. Okt. 1901 bis zum 31. März

[1]) Zur Vorgeschichte der Deutschen Expedition und der internationalen Kooperation vgl. E. v. Drygalski, Zum Kontin. d. eis. Südens. Berlin 1904. I. Kapitel. O. Baschin, Die Deutsche Südpolar-Expedition. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde, Berlin. Bd. XXXVI, 1901, S. 165—218. Ferner die Verhandl. d. Ges. f. Erdk., Berlin. Bd. XXVI, 1899, S. 64 ff. und die Verhandl. des VII. Intern. Geogr.-Kongr., 1899. 2 Bde. Berlin 1901.

1903 [1]) jeden Tag um 0^h p. m. mittlerer Greenwicher Zeit die im § 3 genannten meteorologischen Beobachtungen angestellt werden.

§ 3. Die Beobachtungen beschränken sich auf präzise Angabe 1. der Beobachtungszeit (Ortszeit), 2. des Beobachtungsortes, 3. des Luftdrucks, 4. der Lufttemperatur, 5. des Windes nach Stärke und Richtung, 6. der Bewölkung nach Art, Stärke und Zugrichtung. Bezüglich der letzteren ist es erwünscht, namentlich den höheren Wolken (Cirren) die Aufmerksamkeit zuzuwenden.

§ 4. Die Geschäftsstelle des VII. Internationalen Geographen-Kongresses stellt den kooperierenden Staaten ein Muster des Beobachtungsformulars zur Aufzeichnung sämtlicher Beobachtungen zur Verfügung und empfiehlt es zur allgemeinen Annahme.

Entsprechend dem Inhalt dieses Programms wurden Beobachtungsbücher (im Oktavformat) hergestellt, die mit dem Programm zu versenden waren.

In ähnlicher Weise wurde die erdmagnetische Kooperation vorbereitet.

II. Die Beteiligung an der Kooperation.

Die Aufforderung zur Beteiligung an der internationalen meteorologischen und erdmagnetischen Kooperation ist im Laufe des Sommers 1901 von Berlin aus auf diplomatischem Wege an alle Staaten ergangen, von denen man unter Umständen Beiträge zu dem bezeichneten Beobachtungsmaterial erwarten durfte. Wegen der Beschränkung des meteorologischen Beobachtungsfeldes auf die Breiten jenseits von 30° S. ist die Zahl der hierbei mitwirkenden Staaten naturgemäß eine geringere gewesen als bei der weltumspannenden erdmagnetischen Arbeit.

An der meteorologischen Kooperation haben teilgenommen

1. die Staaten und Kolonien mit Gebietsteilen südlich von 30° s. Br.: Chile, Argentinien, Kapland, Australien, Neuseeland;
2. die Staaten, deren Schiffe in größerer Zahl die höheren südlichen Breiten befahren: Deutschland, England, Holland und die Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Außer diesen Staaten hat noch Frankreich Beobachtungsmaterial von einigen afrikanischen Kolonialstationen eingesandt, von dem aber, weil außerhalb unseres Gebiets fallend, kein Gebrauch gemacht werden konnte. Dasselbe gilt für die Beobachtungen am Observatorium in Rio de Janeiro.

Weiteres Beobachtungsmaterial haben die fünf Südpolar-Expeditionen geliefert, die während der Zeit der Kooperation im Süden weilten, die Deutsche, Englische, Schwedische, Schottische und Französische. Als Zweigstationen für diese haben Beiträge geliefert die Stationen auf Kerguelen (deutsch), auf der Laurie-Insel (schottisch) und auf der Staaten-Insel (argentinisch). Näheres hierüber wird unten in dem Kapitel über die Verteilung des Beobachtungsmaterials mitgeteilt.

III. Die Organisation der Sammlung und der Bearbeitung des Materials.

Nach der Rückkehr der Deutschen Südpolar-Expedition (November 1903) wurden bald die in Frage kommenden Staaten wiederum durch Vermittlung des Auswärtigen Amtes angegangen, die

[1]) Über diesen Zeitraum ist die Kooperation nachträglich noch um 1 Jahr gewachsen, weil die Expeditionen beim ersten Endtermin noch draußen waren. Die Kooperation dauerte also 2½ Jahre, im letzten Jahre allerdings in beschränkterem Umfang.

etwa angestellten und noch anzustellenden Beobachtungen nach Berlin einzusenden. Diesem Wunsche wurde im allgemeinen im Laufe des Jahres 1904 entsprochen. Als sich der Umfang des Materials übersehen ließ, erschien es zweckmäßig, mit dem Leiter der meteorologischen Südpolararbeiten in England, Herrn W. N. Shaw, eine Verständigung über die Verwendung des Materials im Sinne des oben abgedruckten Programms der Kooperation und eine eventuelle Arbeitsteilung herbeizuführen, zumal in London dasselbe Material gesammelt wurde wie in Berlin. Leider sind diese Bemühungen um ein gemeinsames Arbeitsprogramm daran gescheitert, daß das in England seinerzeit eingesetzte Komitee bereits ein selbständiges Programm aufgestellt hatte.

Unsererseits war zuerst in Erwägung gezogen worden, daß von englischer Seite die pazifische, von deutscher die indisch-atlantische Hälfte der südlichen Hemisphäre meteorologisch bearbeitet werden möchte. Nachdem jedoch das englische Programm bereits festgelegt war und da uns von englischer Seite das dortige Beobachtungsmaterial zur Verfügung stehen sollte, entschlossen wir uns, die Bearbeitung des Ganzen selbständig durchzuführen nach den Gesichtspunkten, die für uns wichtig erscheinen konnten.

Als nächstliegende Arbeiten traten in den Vordergrund: 1. die Sammlung und Ergänzung des Beobachtungsmaterials und seine kritische Sichtung; 2. der Entwurf von täglichen synoptischen Wetterkarten (südlich von 30° s. Br.) für die Zeit vom 1. Oktober 1901 bis 31. März 1904, und 3. auf Grund dieser Karten die Herstellung von Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittelkarten des Luftdrucks für denselben Zeitraum. Dieses Kartenmaterial sollte die Grundlage für die weiteren Untersuchungen liefern.

An Beobachtungsmaterial liefen bis Ende des Jahres 1904 ein:

1. 53 Journale, die von deutschen Schiffen während der Kooperation nach dem vorgeschriebenen Schema geführt waren, mit etwa 40000 Beobachtungssätzen;
2. 469 Blätter mit etwa 10 000 Beobachtungssätzen (1. Oktober 1901 bis 31. März 1903), die, von 350 Schiffen verschiedener Nationalität herrührend, uns in Abschrift durch das Hydrographical Office in Washington zugingen;
3. Tabellen aus demselben Zeitraum von 31 Stationen Argentiniens, die das Meteorologische Amt in Buenos Aires einsandte. Sie enthielten Beobachtungen um 7^a, 2^p, 9^p. Diese wurden später durch die argentinischen Wetterkarten von Juni 1902 bis März 1904 ergänzt.
4. Ferner waren durch Austausch mit dem Londoner Meteorologischen Amt nach einem vorläufigen Anschlag etwa 25 000 Beobachtungssätze (1. Oktober 1901 bis 31. März 1904) von englischen Schiffen und Landstationen (in den britischen Kolonien) zu erwarten [1]), sowie
5. Beobachtungen von holländischen Schiffen auf der Fahrt zum La Plata [2]); endlich
6. Beobachtungen von den Südpolar-Expeditionen und ihren Zweigstationen.

---

[1]) Die Zahl der uns zugegangenen Beobachtungen war aber nicht unwesentlich kleiner.

[2]) Diese Beobachtungen haben auf unseren Karten keine Verwendung gefunden, weil die Strecke zwischen 30° s. Br. und dem La Plata schon mit ausreichenden Beobachtungssätzen versehen war. Die Hoffnung, von holländischen Schiffen ein größeres Beobachtungsmaterial aus dem südlichen Indischen Ozean zu erhalten, hat sich leider nicht erfüllt. Das niederländische Meteorologische Institut teilte uns am 23. Januar 1905 mit, „daß die Reisen nach Indien jetzt sämtlich durch den Suezkanal gehen und von Seglern in den letzten Jahren nur ausnahmsweise Journale beim Institut eintreffen".

Entsprechend dem vereinbarten internationalen Programm waren die täglichen Beobachtungen um 0^p mittlerer Greenwicher Zeit gemacht worden, um den Entwurf von Simultan-Wetterkarten zu ermöglichen.

Um dieses Beobachtungsmaterial nun noch weiter zu ergänzen, wurde beschlossen, auch die meteorologischen Journale solcher Schiffe zu verwerten, welche in der fraglichen Zeit südlich von 30° s. Br. zwar Beobachtungen, aber nicht im Greenwicher Mittag, gemacht hatten. Durch passende Interpolation konnten offenbar aus den auf Schiffen üblichen 6 täglichen Terminbeobachtungen die Werte für den Zeitpunkt des Greenwicher Mittags hergeleitet werden. Nachdem die Deutsche Seewarte die Benutzung der Journale gestattet hatte, begab sich L. Mecking Anfang 1905 nach Hamburg, um unter zeitweiliger Beihilfe eines Assistenten die bezeichneten Arbeiten vorzunehmen [1]). Diese haben dann freilich mehr als ein Jahr angestrengtester Tätigkeit erfordert, aber den großen Erfolg gehabt, das für die weiteren Pläne verfügbare Material um etwa 40 000 Beobachtungssätze zu vermehren, die aus etwa 1000 deutschen Schiffsjournalen entnommen waren.

So standen schließlich im Frühling des Jahres 1906 die zahlenmäßigen Grundlagen für den Entwurf der synoptischen Wetterkarten zur Verfügung; es waren annähernd 100 000 Beobachtungssätze mit etwa 600 000 Einzelbeobachtungen, die ihrer weiteren Verwendung harrten.

Ein so umfangreiches Material, wie es durch die internationale meteorologische Kooperation und die sie ergänzenden Arbeiten bei der Leitung der Deutschen Südpolar-Expedition zusammenlief, konnte nur durch die selbstlose Tätigkeit vieler Tausender von Beobachtern und durch die organisatorische Kraft vieler Behörden im In- und Auslande geschaffen werden. Es ist hier der Ort, allen denen zu danken, die in dieser Richtung tätig gewesen sind und direkt oder indirekt zur Durchführung des Unternehmens beigetragen haben.

An erster Stelle hat die Deutsche Südpolar-Expedition dem Reichsamt des Innern, dem Auswärtigen Amt und den Vertretern des Deutschen Reiches im Auslande für die Bemühungen um die Übermittlung des fremdländischen Beobachtungsmaterials ihren ehrerbietigsten Dank abzustatten. Des weiteren schuldet sie der Deutschen Seewarte in Hamburg und ihren Mitarbeitern zur See lebhaften Dank für die tatkräftige Förderung und Organisation der Arbeiten, die durch die große internationale Unternehmung an sie herantraten. Von auswärtigen Behörden haben uns durch Übersendung verwendbaren Materials zu großem Dank verpflichtet: das Meteorological Office in London, das Hydrographical Office in Washington, die Oficina Meteorológica Argentina in Buenos Aires, das Nederlandsch Meteorologisch Instituut in De Bilt und die Oficina Central Meteorolójica in Santiago de Chile.

Die Einmütigkeit, die sich in den Entschlüssen über eine planmäßige Verteilung der Arbeitsgebiete in der Antarktis an die verschiedenen Südpolar-Expeditionen vor deren Ausreise gezeigt hatte, bekundete sich auch nach deren Rückkehr, indem die Leiter und Mitglieder der Expeditionen uns alle gewünschten Informationen über die Ergebnisse ihrer Forschungen bereitwilligst übermittelten, so daß eine volle Ausnutzung des in Betracht kommenden Materials für die vorliegenden

[1]) Über die Methode dieser Arbeiten siehe das Kapitel C III.

Arbeiten geschehen konnte. Mit dem Ausdruck wärmsten Dankes wird hier der Unterstützung gedacht, die der Deutschen Südpolar-Expedition von seiten der Englischen Expedition durch die Herren W. N. Shaw und M. W. C. Hepworth in London, von seiten der Schottischen durch Herrn R. C. Mossman in Buenos Aires und von seiten der Schwedischen durch Herrn G. Bodman in Göteborg zuteil ward. Die dankenswerten Bemühungen der Herren C. Rabot und J. Rey in Paris um Beschaffung der einschlägigen Beobachtungen von der Französischen Expedition waren, wie hier mit Bedauern hervorgehoben werden muß, vergeblich, da das uns übersandte Material durch ein unaufgeklärtes Versehen seinen Bestimmungsort nicht erreichte und später nicht mehr beschafft werden konnte. Allerdings kamen für uns nur die Beobachtungen im Februar und März 1904 in Betracht, sie hätten aber doch für diese Monate eine wesentliche Ergänzung des synoptischen Kartenbildes südlich von Kap Horn bringen können. Endlich hat uns das Ministerio de Marina der argentinischen Republik durch Einsicht in das Journal des Kriegsschiffs „Uruguay", das im November 1903 die Schwedische Expedition aus ihrem Winterquartier heimführte, zu Dank verpflichtet.

Unserer speziellen Mitarbeiter werden wir nach Abschluß des ganzen Werkes in einem Schlußwort gedenken.

C. Die tabellarische Sammlung und Reduktion des Beobachtungsmaterials.

Das durch die internationale meteorologische Kooperation geschaffene und später ergänzte tabellarische Beobachtungsmaterial, von dem im vorigen Kapitel die Rede war, kann seiner Herkunft nach in folgende Gruppen geordnet werden: 1. Beobachtungen von Südpolar-Expeditionen und ihren Zweigstationen, 2. Beobachtungen von Landstationen und 3. Beobachtungen von Schiffen. Jede dieser Gruppen erforderte eine andere Art der Behandlung und Beurteilung, um die Beobachtungen für die weitere Verwendung vorzubereiten, jedoch waren für alle Arbeiten folgende allgemeinen Gesichtspunkte maßgebend.

Verwendet werden sollten nur Beobachtungen aus dem Gebiet südlich von 30° s. Br. und aus der Zeit zwischen dem 1. Oktober 1901 und 31. März 1904. Es wurde angestrebt, daß jeder endgültige Beobachtungssatz folgende Werte für die Zeit des mittleren Greenwicher Mittags möglichst vollständig und genau enthielte:

1. die Position des Beobachtungsortes zur Zeit des Greenwicher Mittags. Für die Stationen in fester Lage war diese Bedingung ohne weiteres erfüllt, für Schiffe auf der Fahrt waren die Positionen häufig erst zu berechnen (s. u.);
2. den Luftdruck, auf 0° C., das Meeresniveau und die Schwere von 45° Br. reduziert, in Millimetern;
3. die Lufttemperatur in Celsius-Graden;
4. die Windrichtung rechtweisend nach der 16-teiligen Kompaßrose;
5. die Windstärke nach der 12-teiligen Beaufort-Skala;
6. den Bewölkungsgrad in Zehnteln des Himmelsgewölbes;

7. den Witterungscharakter, soweit es angängig, ausgedrückt durch die internationalen Symbole (s. u.).

Die den deutschen Schiffsjournalen entnommenen Beobachtungssätze enthielten außerdem noch

8. die Meerestemperatur in Celsius-Graden;
9. die Stromstärke und -richtung im Etmal und
10. den Seegang nach Richtung und Stärke.

Außer diesen Werten wurden auch die gelegentlichen Beobachtungen über den oberen Wolkenzug aufgenommen.

Bei der Berechnung und Anbringung von Korrektionen galt als allgemeine Richtschnur, daß etwaige Abrundungen erst an den definitiven Werten vorgenommen wurden. Die große Zahl von Luftdruck- und Temperaturangaben in englischen Maßen verursachte besonders zeitraubende Rechenarbeiten.

Abgesehen von diesen allgemeinen Gesichtspunkten ist noch zu den einzelnen Gruppen folgendes zu bemerken.

I. Das Beobachtungsmaterial der Südpolar-Expeditionen[1]).

Die Deutsche Südpolar-Expedition hat auf der Hinfahrt zur Winterstation von 30° s. Br. ab täglich Beobachtungen zur Zeit des Greenwicher Mittags gemacht. An der Winterstation des „Gauss“ (66° 2′ s. Br., 89° 38′ ö. L.) entsprachen die Beobachtungen um 6^h p. m. mit hinreichender Genauigkeit der vereinbarten Simultanzeit und konnten so verwendet werden. Auf der Rückfahrt sind nur noch Simultanbeobachtungen bis Ende März 1903 gemacht, weil dann die Zeit der Kooperation enden sollte. Für die späteren Monate konnten aber leicht die gewünschten Werte aus den Beobachtungen und Registrierungen an Bord des „Gauss“ abgeleitet werden.

An der Kerguelen-Station (49° 25′ s. Br., 69° 53′ ö. L.) wurden die vorgeschriebenen Beobachtungen vom 7. Januar 1902 bis 15. Februar 1903 täglich um 4^{10} p. m. mittlerer Ortszeit angestellt. Die Seehöhe des Barometers betrug 16,1 m.

Die Beobachtungen von der englischen Expedition (Fahrt und Winterstation der „Discovery“ (1902—1904) und Fahrt des Entsatzschiffes „Morning“) sind uns mit den englischen Schiffsbeobachtungen übermittelt. Bemerkungen über die Art der Reduktionen s. unter III.

Die Beobachtungen von der Schwedischen Südpolar-Expedition sind uns in einer fast unmittelbar verwendbaren Form zugegangen. Es waren nur noch für die Station auf Snow Hill Luftdruckkorrektionen anzubringen. Die Windstärken auf Snow Hill waren in Meter p. Sek. angegeben und wurden von uns nach der Köppenschen Reduktionsskala in Beaufort-Werte umgewandelt.

Von den Beobachtungen der Schottischen Expedition auf der Laurie-Insel, Süd-Orkneys (60° 43′ s. Br., 44° 47′ w. L.), ist zu bemerken, daß noch eine Luftdruckkorrektion (wegen der Schwere) anzubringen war. Ferner hatte eine Reduktion der Windstärke zu erfolgen, die nach einer auf dem Ben Nevis üblich gewesenen Skala geschätzt war. Für die Beob-

[1]) Über die Lage der Polarstationen und die Dauer der Beobachtungen daselbst s. Kapitel E.

achtungen der Windrichtung wurde auf die dringende Empfehlung des Meteorologen der Expedition, R. C. Mossman, für die Zeit vom 1. November 1903 bis 31. März 1904 die Zugrichtung der unteren Wolken eingesetzt, weil lokale Einflüsse den Wind ablenkten. Die Beobachtungen auf der Laurie-Insel um 9^h a. m. entsprachen dem Greenwicher Mittag. Für die Fahrt der „Scotia" wurden von Mossman Werte für letzteren Zeitpunkt durch Interpolation zwischen den nächstgelegenen stündlichen Beobachtungen abgeleitet und uns mitgeteilt.

II. Das Beobachtungsmaterial von Landstationen.

Die Landstationen, von denen uns Beobachtungen vorlagen, sind auf der ersten Karte des Atlas mit ihren Namen angegeben.

Soweit sie zu den britischen Besitzungen gehören, wurden uns ihre Beobachtungen mit den englischen Schiffsbeobachtungen zusammen von London aus übermittelt. Die Bemerkungen über die letzteren im nächsten Kapitel geben Aufschluß über die Art der Reduktionen der englischen Beobachtungen überhaupt, weshalb hier darauf verwiesen werden kann.

Das chilenische Material lag in gedruckten Tabellen vor in dem Anuario del Servicio Meteorolójico de la Direccion del Territorio maritimo [1]). Es genügte, unter den Stationen die auf der erwähnten Karte des Atlas erkennbare Auswahl zu treffen. Eine Station allerdings wäre nach ihrer Lage noch besonders beachtenswert gewesen: Islote de los Evanjelistas auf 52° 24′ s. Br., 75° 6′ w. L. Diese erwies sich aber leider als unbrauchbar, denn ihre Luftdruckwerte fielen meist aus denen der Umgebung heraus, und zwar ohne erkennbare Regel [2]). Eine andere Station, Isla Sta. Maria auf 37° s. Br., paßte sich nur dadurch in die Umgebung ein, daß ihre Luftdruckwerte durchgehends mit der Korrektion + 5 mm versehen wurden. Von einer dritten, Juan Fernandez auf 33° 37′ s. Br., fehlt ein Monat, Dezember 1903.

Von allen chilenischen Stationen wurde der Beobachtungstermin 8^a benutzt, der hier dem Greenwicher Mittag ziemlich nahe kommt.

Die Luftdruckbeobachtungen mußten noch reduziert werden auf die Schwere von 45° Br. und das Meeresniveau. Der Isobarenführung machten sie hier und da kleine Schwierigkeiten, was zum Teil an den Korrektionen liegen könnte, speziell an der Höhenkorrektion bei hoch gelegenen Stationen.

Die Windrichtung ist von vier Stationen nur nach der achtteiligen Rose verzeichnet, nämlich von Punta Tortuga, Punta Anjeles, Santa Maria und Punta Galera.

Die Windstärke war für die Jahrgänge 1902 und 1903 nach sechs-, für 1901 nach zehnstufiger Skala registriert, und dazwischen traten teilweise noch Angaben in m p. Sek. Sie alle wurden erst auf Beaufort-Werte reduziert.

Von Argentinien ist uns Material teils in Tabellenform, teils in Wetterkarten, für den Termin 8^a, geliefert worden, und zwar in letzterer Form für den Zeitraum vom 1. August 1902 ab.

Aus diesen wurden die Isobaren in unsere Arbeitskarten übertragen. Sie entbehrten aber noch der Schwerekorrektion. Dieselbe wurde in der Weise angebracht, daß die Isobaren nach Maßgabe der Breite um einen gewissen Bruchteil ihres gegenseitigen Abstandes verschoben wurden, und zwar in der Richtung zum Luftdruckmaximum hin in der Zone nördlich, zum -minimum

[1]) 1901—1904, Valparaiso.

[2]) Das ist, wie sich nachher herausstellte, auch von anderer Seite bemerkt worden; vgl. W. König, M. Z. 1907, S. 81.

südlich vom 45. Parallelkreis. In den Randpartien änderten sich naturgemäß die auslaufenden Isobarenzüge auch ein wenig durch die Anpassung an unsere Anschlußbeobachtungen (Atlantischer Ozean und Chile).

Für die Monate bis August 1902 und aus dem andern Zeitraume noch für 11 Tage, an denen die Wetterkarten fehlten, wurden die tabellarischen Werte verwendet, gleichfalls nach Reduktion auf die Schwere in 45° Br. und das Meeresniveau. Für die letztere Korrektion genügte es, den Monatsmittelwert der Temperatur des Beobachtungstermins in die Rechnung zu setzen; nur bei größerer Höhenlage wurden die individuellen Temperaturwerte kürzerer Zeiträume in Rücksicht gezogen, wenn sie um mehr als 5° vom Monatsmittelwert abwichen. Zugrunde gelegt sind diesen Operationen die von R. Börnstein [1]) gegebenen Tabellen.

Die Angaben der Windrichtung beziehen sich bei fast allen argentinischen Stationen auf die achtteilige Kompaßrose, die der Windstärke bei mehreren auf die sechsteilige Skala, von der sie in die Beaufort-Skala übertragen wurden.

III. Das Beobachtungsmaterial von Schiffen.

Das meiste Material stammt von Schiffen. Ein Teil desselben besteht in Simultanbeobachtungen, d. h. solchen, die im Sinne des Programms und nach dem Schema der internationalen Kooperation genau im Greenwicher Mittag angestellt und die bei der Deutschen Seewarte oder beim englischen Meteorological Office eingelaufen waren. Ihre Zahl erwies sich aber als nicht hinreichend, um die Darstellung des Witterungsverlaufs in den höheren südlichen Breiten so durchzuführen, wie es im Interesse der Auswertung der südpolaren Ergebnisse erforderlich schien; sie wurden deshalb ergänzt durch eine zweckmäßige Auswahl der gewöhnlichen, sechsmal täglich am Schlusse jeder Wache auf den Schiffen vorgenommenen Beobachtungen.

a) Die deutschen Schiffsbeobachtungen.

1. Allgemeines. Von deutschen Schiffen waren an Simultanbeobachtungen 53 Journale mit 4000 Sätzen eingegangen. Die Elemente, auf die sich ihre Angaben im allgemeinen erstreckten, sind weiter oben bereits zusammengestellt. Hiervon enthielten aber einige Journale, wie sich erst bei einem Vergleich mit den Schiffsjournalen der Seewarte herausstellte, nicht Beobachtungen vom Greenwicher, sondern vom Ortsmittag, sie wurden ausgeschlossen und ebenfalls durch die Beobachtungen der Schiffsjournale ersetzt. Auch wurden die Korrektionen jener Simultanbeobachtungen durch Vergleich mit den in den Journalen der Seewarte angegebenen nachgeprüft und zum Teil geändert. Ferner wurden sie noch durch Witterungsbemerkungen hier und da ergänzt. Die weitere Behandlung dieses Materials ist ähnlich der der deutschen Schiffsbeobachtungen überhaupt und wird sogleich näher dargelegt.

Die ergänzenden gewöhnlichen Schiffsbeobachtungen wurden den Journalen der Seewarte entnommen, und zwar aus allen, die sich für den fraglichen Zeitraum im dortigen Archiv fanden, auch sämtlichen Dampferjournalen, obwohl diese oft nur zwei bis drei in Betracht kommende Sätze enthielten. Die Übertragung geschah in Tabellen, die in je einem Bande für jeden Monat hergestellt waren und folgende Rubriken enthielten, unter die hier auch gleich das Beispiel einer aus einem Segelschiffsjournal ausgezogenen Beobachtungsreihe gesetzt werden mag.

[1]) R. Börnstein, Leitfaden der Wetterkunde. 2. Aufl. Braunschweig 1906. S. 206 f.

12. Aug. 1903		Nächstgelegene Mittagsposition		Kurs u. Distanz seit (bis) Mittag	Mißweisung	Windrichtung und -stärke	Barometer	Temp. am Barometer	Corr. Bar.	Luft-Temp.	Bew.-Grad	Wetter	Dünnung Richt. u. Stärke	Seegang Richt. u. Stärke	Meerestemperatur	Stromversetzung	Bemerkungen
Journ.-Nr.	Ortszeit	Br.	L.														
S. 607 I	8ª	52°4′	63°45′W	S 25°W 36	17° E	WNW 5	30.0	8	30.3	5.0	2	m	—	WSW 3	5₀ 5₁ 4₀ 5₀ 5₀ 5₀	N 73° E 41	G. Z. eq.

Die Mittagsposition wurde nach Länge und Breite in Minuten übernommen und durch eine Marke dahin kenntlich gemacht, ob sie astronomisch oder durch Besteckrechnung gewonnen war. Kursrichtung und Distanz wurden in Winkelgraden und Seemeilen eingetragen, der Barometerstand in Zehntelmillimetern, die Temperatur am Barometer in ganzen Graden, die Lufttemperatur möglichst in Zehntelgraden, desgleichen die Wassertemperatur, diese aber von allen sechs Wachen des Tages. Luft- und Wassertemperatur wurden auch sofort mit der Instrumentalkorrektion versehen. Unter die letzte Rubrik wurden Notizen über die bis zu zwei Stunden vor oder nach dem Greenwicher Mittag herrschende Witterung aufgenommen, wie sie die entsprechende Rubrik des Schiffsjournals darbot; auch wurden noch gelegentlich besondere Werte von Temperatur, Luftdruck und Wind des Tages überhaupt notiert.

Für die Zeit vom 1. Dezember 1901 bis 1. Mai 1903 sind außerdem vollständige Beobachtungssätze des Mitternachtstermins ausgezogen im Gebiet von 20 bis 120° ö. L.

Außerdem sind Tage, an denen eine sehr tiefe Depression vorlag, besonders berücksichtigt worden. Es wurde dann sowohl das Journal derjenigen Schiffe, die ganz in der Nähe des Zentrums waren, spezieller exzerpiert (alle sechs Beobachtungssätze) als auch aus allen übrigen, die für die Zeit in Betracht kamen, wenigstens Luftdruck und Wind für die Greenwicher Mitternacht notiert.

Wurde so auch zunächst alles verfügbare Material unterschiedslos zusammengetragen, so ging doch nebenher eine scharfe Kritik und Beachtung aller Anhaltspunkte für spätere Sichtung. In ein besonderes Buch wurden sämtliche exzerpierten Journale in der Reihenfolge ihrer Archivnummern registriert mit Schiffsnamen, Route, Zeitraum der verwendeten Beobachtungen, Instrumentalkorrektionen und kritischen Bemerkungen über Vollständigkeit und Genauigkeit der Journalführung. Daneben wurde ein alphabetisches Verzeichnis angelegt in Form eines Zettelkatalogs, indem auf jeden Zettel ein Schiffsname und darunter die von dem betreffenden Schiff herrührenden Journale mit ihren Nummern verzeichnet wurden. Er diente z. B. besonders zur Feststellung der besten Korrektionen. Denn in manchem Journal stand gar keine oder eine, deren Feststellungstermin weit zurücklag, während zuweilen kurz nach Vollendung der Reise eine zweite Prüfung vorgenommen war, deren Ergebnis sich erst in einem späteren Journal des Schiffes finden konnte; solches ließ sich durch Vergleich an Hand des besagten Katalogs verfolgen. Sehr oft auch mußten zur Ermittlung der passendsten Korrektionen erst die Registerbücher der Abteilung für Instrumentenprüfung der Seewarte eingesehen werden.

2. Position und Zeitpunkt der Beobachtung. Es galt nun denjenigen Beobachtungssatz zu gewinnen, der dem Zeitpunkte des Greenwicher Mittags am nächsten lag. Bestimmend dafür war natürlich die geographische Länge der Schiffsposition, woraus sich die Ortszeit im Greenwicher Mittag ergab. Wenn nun die nächstgelegene Beobachtungswache nicht mehr als eine Stunde vom Greenwicher Mittag entfernt war, so wurden die Beobachtungswerte dieser Wache unverändert in die Tabelle übernommen; war der Zeitabstand aber größer als eine Stunde, so wurde das Mittel aus den beiden nächsten Beobachtungssätzen gebildet. Es wurde

also z. B. zwischen den Längen von 15° E. und W. der Beobachtungssatz von 12^a Ortszeit gewählt, zwischen 15 und 45° E. das Mittel der zwei Sätze von 12^a und 4^p, zwischen 45 und 75° E. der von 4^p und in derselben westlichen Längenzone der von 8^a Ortszeit usw.

Von 165° L. bis zur Datumsgrenze (180°) waren die Beobachtungen der Mitternachtswache zu nehmen, und zwar die von 0^a auf westlicher und die von 12^p auf östlicher Länge.

Bei der späteren Eintragung der Werte in die Karten wurde die Position des Schiffes im Greenwicher Mittag verwendet. Diese mußte also erst aus der dem Journal entnommenen Ortsmittagsposition und den Werten von Kurs und Distanz berechnet werden, und zwar den Werten dieser Größen zwischen dem Ortsmittag und dem Greenwicher Mittag. Die Berechnung wurde mit Hilfe der sogenannten Koppeltafeln ausgeführt, aber nur in den Fällen, wo der Distanzwert sich auf mehr als 60 Bogenminuten belief; sonst wurde einfach die Mittagsposition als Beobachtung eingesetzt.

3. Luftdruck. Die Luftdruckbeobachtungen sind in den weitaus meisten Fällen ohne erkennbare Mängel. Daß sie nur auf ganze mm abgelesen wären, ist selten, weit seltener als bei Temperaturen. Immerhin ist zu bedenken, daß die Ablesung des Barometers bei schwerer See oft Schwierigkeiten machen muß und dann kaum auf ein oder auch nur einige Zehntel gesichert sein kann. Bei den Dampfern kommt hinzu, daß sie weniger eigenes Interesse an der Verfolgung von Wind und Wetter zu haben brauchen als die Segelschiffe. Ihre Angaben machen denn auch im ganzen etwas weniger den Eindruck der Genauigkeit als die der Segelschiffe. Die Beobachtungen von letzteren sind aber wegen der längeren Dauer ihrer Reisen weit in der Überzahl.

α) Die Instrumentalkorrektion. In den Journalen der Seewarte sind für diese Korrektion zuweilen Beträge von 1 und sogar 2 mm angegeben, in den meisten Fällen aber halten sie sich doch innerhalb weniger Zehntel. Bei Aneroiden allerdings sind Korrektionsgrößen von mehreren mm, selbst bis zu 10 und darüber, nicht selten. Aber der Prozentanteil der Aneroide beträgt in den Schiffsjournalen der Seewarte weniger als 20%, und diese beschränken sich meist auf Dampfer, so daß man erfreulicherweise konstatieren kann, daß heute fast das ganze deutsche Material mit Quecksilberbarometern gewonnen wird. Die Prüfung der Instrumente liegt öfters ein Jahr, manchmal eine Reihe von Jahren, aber doch meistenteils nur einige Monate vor der Ausreise. Die Fälle, in denen die Prüfungszeit vor 1900 lag, ohne daß nochmals nach der Reise eine Prüfung vorgenommen ist, zählen unter den 1000 deutschen Journalen noch nicht 50, also nur 5%. Bei weitem die meisten waren in den Jahren 1902 und 1903, also innerhalb des Zeitraumes der Kooperation selbst, geprüft. Nur ganz vereinzelt fehlt die Angabe des Termins. Daß überhaupt die Korrektionsangabe fehlt und auch aus anderen Journalen desselben Schiffes nicht ermittelt werden konnte, kommt in noch nicht 1% unter den deutschen Journalen vor. Eine zweite Prüfung ist bei ihnen auch mehrfach vorhanden, in etwa 20%. Dann erwies sich noch nicht in der Hälfte der Fälle der Korrektionsbetrag um mehr als 0,3 mm geändert, abgesehen natürlich von den Aneroiden, deren Korrektion sich bei jeder Prüfung verändert zeigt, und zwar oft bedeutend.

Als Standkorrektion wurde von uns nicht einfach ein Mittelwert für jedes Barometer angesetzt, etwa der für 760 mm gültige, wie es vielfach geschieht, sondern die individuelle Korrektion für die einzelnen Stufen des Barometerstandes.

β) Korrektion wegen der Temperatur. Diese ist beim Quecksilberbarometer an der Hand der internationalen Tabellen nach den Ablesungen des am Barometer angebrachten Thermometers vorgenommen, in den seltenen Fällen, wo diese fehlten, nach den Angaben der Lufttemperatur.

γ) Korrektion wegen der Schwere. Die meisten älteren Kartenwerke haben diese Korrektion noch nicht, obgleich in seiner Einleitung zu Berghaus' Physikalischem Atlas im Jahre 1887 J. Hann die Notwendigkeit der Anbringung einer solchen ausführlicher begründet hat. In den Karten des Nordatlantischen Ozeans (vgl. S. 8) ist sie bis heute außer acht gelassen. Unser Gebiet wäre nun einer Vernachlässigung dieser Korrektion relativ wenigstens günstig. Denn die Isobaren verlaufen im großen und ganzen, besonders auf den Mittelkarten, stark parallel den Breitenkreisen, und auf diesen selbst würde ja die Korrektion nichts ändern; nur die Entfernung der Isobaren voneinander, nicht im wesentlichen die Richtung würde also modifiziert. Jedenfalls aber würde sich nicht das Bild der wahren Luftdruckverteilung ergeben.

In unserer Zone schwankt ihr Betrag zwischen 0,1 und 1,0 mm, wenn wir von den Polarstationen absehen. Handelsschiffe gehen nämlich selten über den 60. Breitenkreis hinab, und auf diesem wie dem 30.° liegt der Grenzwert 1,0 mm.

An Aneroidbeobachtungen ist die Schwerekorrektion natürlich nicht angebracht. Es mußte deshalb bei einigen Schiffen, die über die Art des verwendeten Barometers Zweifel ließen, ein Mittelweg gewählt, eine halbe Korrektion angebracht werden, und dann eben nur roh.

δ) Korrektion wegen der Höhe. Das Barometer ist auf Schiffen eine Anzahl von Metern über dem Meeresspiegel aufgehängt und bedarf der Reduktion auf diesen. Bei den deutschen Schiffen ist, wie es an der Seewarte üblich, für Dampfer der einheitliche Betrag von 0,9 mm angesetzt. Im einzelnen ist die Seehöhe des Barometers in Dampferjournalen auch selten angegeben. Der genannte Wert wird zwar bei modernen großen Dampfern mit ihren hohen Kommandobrücken etwas niedrig, bei anderen, kleineren Schiffen zu hoch sein, doch dürften die Schwankungen um diesen Mittelwert in engen Grenzen liegen.

Für Segelschiffe wurde die Korrektion in den Karten der Seewarte auch nach Einführung der Korrektion für die Dampfer weiter vernachlässigt, da sie geringere Beträge hat. Aber selbst wenn der mittlere Fehler der Barometerablesung auf See von der nämlichen Größenordnung ist, so berechtigt das doch nicht zur Weglassung jener Korrektion. Denn darin liegt eine konstante Fehlerquelle, in der Ungenauigkeit der Beobachtungen aber nur eine Quelle von zufälligen, also sich gegenseitig aufhebenden Fehlern. Aus solcher Erwägung wurde von uns auch für Segler eine Höhenkorrektion eingesetzt. In den weitaus meisten Journalen allerdings war kein Wert für die Seehöhe des Barometers verzeichnet und mußte der aus den übrigen Journalen erlangte Mittelwert 0,4 mm verwendet werden. Als vereinzelte Grenzwerte kamen 0,2 und 0,7—0,8 mm vor.

4. Temperatur. Die Beobachtung der Lufttemperatur fehlt in den deutschen Journalen selten ganz, schon häufiger allerdings ist sie nur auf ganze oder halbe Grade genau. Weitaus in den meisten Fällen dagegen sind die Temperaturen auch auf Zehntelgrade angegeben und ist höchstens noch der unbedeutende Mangel zu bemerken, daß die Zahlen 0 und 5 in den Zehnteln hier und da auffallender vorwalten. Aber ein weiterer großer Betrag von Temperatur-

angaben macht einen absolut zuverlässigen Eindruck. Wo das Thermometer etwa von Strahlung beeinflußt war, ließ sich dies öfter an der großen Tagesamplitude erkennen und dann vermerken.

Das Instrument ist fast stets ein in ganze Grade geteiltes Celsius-Thermometer.

Die Korrektion ist in den deutschen Journalen meist für mehrere Stufen der Skala (von 5 zu 5° oder 10 zu 10°) angegeben. Sie bewegt sich im allgemeinen zwischen ± 0,4°. In den allermeisten Fällen aber bleibt sie schon in den Grenzen von ± 0,2°. Daß die Angabe völlig fehlt, ist höchst selten. In der Mehrzahl der Fälle aber ist nur vor der Reise eine Prüfung vorgenommen, und zwar liegt der Prüfungstermin dann am häufigsten einige Monate, zuweilen aber auch ein oder mehrere Jahre vorher; doch ist dann manchmal noch ein Termin nach der Reise auffindbar, in einem späteren Journal desselben Schiffes.

5. Wind. Von recht verschiedener Genauigkeit sind die Beobachtungen des Windes. Die Windstärke zwar ist einheitlich nach der Beaufort-Skala abgeschätzt, die Windrichtung dagegen ist teils nach 32, zuweilen nur nach 8, meist allerdings, besonders bei Dampfern, nach 16 Teilen der Kompaßrose geschätzt. Da wir in die Karten nur 16 eintrugen, wurden alle 32-strichigen Angaben reduziert. Das geschah in der Weise, daß die beobachtete in die nächste in Betracht kommende Nebenrichtung, aber nicht in die Hauptrichtung verwandelt wurde; z. B. wurde aus SzW nie S, sondern SSW gebildet, oder aus SWzW nie SW, sondern WSW, weil im allgemeinen bei den Beobachtungen der Windrichtung die Neigung besteht, die 8 Hauptrichtungen zu bevorzugen, so daß die Zwischenrichtungen etwas zu kurz kommen.

Beim deutschen Material war die Windrichtung in etwa 80% der Journale noch mit der magnetischen Mißweisung behaftet (nur 210 Journale hatten rechtweisende Angaben) und wurde dann erst in rechtweisende umgerechnet. Wo dies und zugleich die Reduktion auf 16 Richtungen nötig war, wurden beide Operationen in der Weise verbunden, daß auch ein Mißweisungsbetrag von nur wenigen Graden noch berücksichtigt und damit eben entschieden wurde, ob der Zwischenwind nach der einen oder der anderen Seite, z. B. ob WzS auf W oder auf WSW reduziert werden sollte. Es wurde also auch hier das Prinzip der möglichst genauen Durchführung aller Zwischenrechnungen und erst letztweiligen Abrundung der Werte innegehalten.

6. Die übrigen Elemente. Der Bewölkungsgrad war stets nach zehn Teilen der Himmelsbedeckung angegeben und wurde so übernommen.

Die Charakteristik des Wetters war in den vielfach gebräuchlichen Buchstabenzeichen eingetragen. Auch sie wurden berücksichtigt, soweit sie nicht mehr als ± 2 Stunden vom Beobachtungstermin (Greenwicher Mittag) entfernt waren. Diese Rubrik der nur gelegentlichen Beobachtungen wird übrigens von gar manchen Schiffen völlig vernachlässigt, so daß jedenfalls aus dem Fehlen der Angaben von Niederschlag und dergleichen niemals ein Schluß gezogen werden darf.

Auch ozeanographische Beobachtungen wurden exzerpiert, wo solche vorhanden waren: Seegang und Dünung, Wassertemperatur, Strömung, Treibeis.

Hiervon war ziemlich regelmäßig die Wassertemperatur aufgezeichnet. Von deren Ablesung, Instrument und Korrektion gilt fast dasselbe, was oben über die Lufttemperatur gesagt ist. Ablesung wie Korrektion erschien in den meisten Fällen so günstig, daß eine Berücksichtigung auf Zehntelgrade am Platze war. In dieser Genauigkeit sind die Werte auch behandelt worden.

Ausgezogen wurden, wie schon bemerkt, die Werte aller sechs Wachen, in die Karten übernommen nur der zum Greenwicher Mittag gehörige.

Seegang und Dünung sind nach Richtung und Stärke, die letztere in neunstufiger Skala, im Journal zu finden, aber sehr selten klar voneinander zu unterscheiden. Auch sie wurden übernommen, jedoch für die Karten zunächst nicht verwertet.

Strömungsangaben fehlen häufig, und wo sie vorhanden sind, enthalten sie wiederum unter allen Beobachtungen wohl die meisten Quellen von Fehlern, und zwar solchen, denen schwer beizukommen ist. Sie wurden aber, wenigstens hinsichtlich der Richtungskomponenten, stets einer kursorischen Prüfung unterzogen, da hierzu ein vergleichender Blick auf astronomisches und gegißtes Besteck genügt.

Eis ist recht selten verzeichnet. Dennoch darf man annehmen, daß in diesem Punkte die Journale ziemlich vollständig sind. Denn die Genauigkeit, mit der dabei meistens Zeit, Höhe, Zahl, Größe des Eises vermerkt ist, läßt vermuten, daß dieses Vorkommnis stets mit Interesse beobachtet wird. Die Sichtungen von Eis sind in die Karten übernommen.

b) Die fremden Schiffsbeobachtungen.

1. Das uns von englischer Seite zugestellte Schiffsbeobachtungsmaterial enthielt die Angabe der Position, des Luftdrucks in hundertstel Zoll, der Temperatur in ganzen Fahrenheitgraden, des Windes nach Richtung und Stärke, der Bewölkungsart und -stärke sowie Witterungsnotizen in der Form der Beaufortschen Wetterzeichen: b, c, q, s usw. Die letzteren freilich fehlten meistens ganz, häufiger auch die Werte der Bewölkung. Der Luftdruck war bereits, ebenso wie bei den Landstationen, mit allen Korrektionen außer der der Schwere versehen. Diese wurde an die Beobachtungen noch in Zoll angebracht, und dann erst wurde die Umwandlung in Millimetermaß vorgenommen. Die Temperaturwerte mußten aus Fahrenheit- in Celsiusgrade übergeführt werden. Die Windrichtungen waren wahre, aber fast durchweg nach 32 Strich angegeben, mußten also auf 16 reduziert werden in der Weise, wie es oben (S. 22) beschrieben ist.

2. Das amerikanische Material bestand zum größten Teil aus Beobachtungen an Bord europäischer Schiffe, die ihre Journale beim Anlaufen eines nordamerikanischen Hafens an das Hydrographische Amt in Washington eingeschickt hatten. Die Vollständigkeit der Beobachtungssätze war daher auch eine sehr verschiedene, ebenso die Maßeinheiten, in denen die Werte ausgedrückt waren. Die Standkorrektionen der Barometer, unter denen sich eine größere Zahl Aneroide befand, waren in der Regel angegeben.

3. Auf das von holländischen Schiffen zugestellte Material konnte verzichtet werden (vgl. oben S. 13).

4. Schließlich wurden dem Journal des argentinischen Kriegsschiffes „Uruguay", das zum Entsatz der schwedischen Expedition nach dem Weddell-Meer gefahren war, einige Werte für November und Dezember 1903 entnommen. Leider lagen keinerlei Angaben über Instrumente und Korrektionen vor. Die Windrichtung ist als mißweisend angenommen und noch entsprechend korrigiert worden (der Unterschied beträgt aber nur 2 Strich). Am Luftdruck konnte die Temperaturkorrektion leicht entbehrt werden, weil die Lufttemperatur sich meist um 0° hielt. Und da Schwere- und Höhenkorrektion zusammen + 2 mm ausmachten, wurde wegen der Ungewißheit

die Hälfte, also + 1 mm, angebracht. Die so erhaltenen rohen Luftdruckwerte kamen in jener Gegend spärlicher Beobachtungen immerhin zustatten.

D. Die Herstellung des meteorologischen Atlas.

I. Die Projektionsart und der Maßstab der Karten.

Bei den Erwägungen über die Wahl einer geeigneten Entwurfsart für die synoptischen Wetterkarten wurde als leitender und maßgebender Gesichtspunkt aufgestellt, daß die Wetterlagen der aufeinander folgenden Tage leicht vergleichbar und die Veränderungen von Tag zu Tag bequem erkennbar sein sollten. Ferner war damit zu rechnen, daß dem Atlas ein handliches Format zu geben wäre.

Mit Rücksicht auf die zonale Erstreckung des mit Beobachtungen versehenen Gebiets konnte für die engere Wahl nur die Mercator-Projektion oder eine Polar-Projektion in Frage kommen. Denn andere Zylinder-Projektionen haben größere Nachteile als die Mercator-Projektion; und Projektionen mit gebogenen Meridianen sind wegen der randlichen Verzerrungen, die bei der hier erforderlichen Darstellung einer ganzen Erdzone auftreten, in diesem Falle nicht verwendbar.

Die Vorzüge und Nachteile der Mercator-Projektion gegenüber einer Polar-Projektion lassen sich mit Rücksicht auf die genannten Gesichtspunkte folgendermaßen charakterisieren, wobei noch zu beachten ist, daß die Mercatorkarte nur die Zone von 30° bis 70° s. Br. zu umfassen brauchte, da die Beobachtungen fast ausschließlich in dieser Zone lagen (s. E.)

a) Vorzüge.

1. Die Mercator-Projektion (M. P.) stellt die fragliche Zone in einem horizontal gestreckten Streifen dar, die Polar-Projektion (P. P.) dagegen in einem Ring. Der mittlere Teil der Polarkarte bleibt aus Mangel an Beobachtungen frei, außerdem entstehen an den vier Ecken des quadratischen Rahmens, der die Polarkarte umgibt, leere Flächen.

Durch die M. P. wird daher der Raum besser ausgenutzt, als durch die P. P. Bei demselben Maßstab in 60° Br. können deshalb auch drei Mercatorkarten, aber nur zwei Polarkarten auf einer Atlastafel der gewählten Größe Platz finden.

2. Die Wetterkarten je dreier aufeinander folgender Tage befinden sich in der M. P. so untereinander, daß auch die kleinsten Veränderungen und Verschiebungen der atmosphärischen Drucksysteme von Tag zu Tag mit Leichtigkeit vom Auge erkannt werden, denn dieselben Teile der Zone liegen in derselben Vertikalen. Dagegen ist durch die P. P. diese Vergleichung außerordentlich erschwert, da in der ringförmigen Zone augenfällige Vergleichspunkte, abgesehen von den schmalen und kurzen Kontinentalvorsprüngen und einigen Inseln, fehlen und die einander entsprechenden Meridianstreifen zweier Karten erst gesucht werden müssen. Verschiebungen der Isobarensysteme in der vorwiegenden westöstlichen Richtung werden in der Polarkarte in bogenförmigen Linien dargestellt, die Veränderungen lassen sich im einzelnen nur mühsam feststellen. Außerdem können, wie unter 1. bemerkt, immer nur zwei Karten miteinander verglichen werden [1]).

[1]) Von den Schwierigkeiten der genaueren Vergleichung zweier Isobarenkarten in Polar-Projektion kann man sich z. B. in Hanns Lehrbuch der Meteorologie (1. Aufl., S. 492) überzeugen. Man stelle sich noch vor, daß die Orientierung durch die Festländer fehlt.

3. Die Windrichtungen, die bei der synoptischen Darstellung eine so wichtige Rolle spielen, sind in der Mercatorkarte in der richtigen Weise orientiert (Nord oben, Ost rechts usw.). In der Polarkarte müssen dagegen Winde von gleicher Richtung in gegenüberliegenden Teilen der Karte durch entgegengesetzt gerichtete Pfeile wiedergegeben werden. In jedem Meridian ist die Orientierung der Windrose gegen den Blattrand eine andere. Die Auffassung und der Vergleich der Windsysteme in den verschiedenen Teilen der Zone ist deshalb höchst unbequem.

b) Nachteile.

1. Die Beobachtungen jenseits von 70° s. Br. werden bei der M. P. nicht mehr in das Kartenbild aufgenommen. Somit fallen die Beobachtungen von der Discovery-Station (77° 51′ s. Br.) vollständig und die von der Scotia-Fahrt im Weddell-Meer an 20 Tagen außerhalb des Kartenbildes. Für letztere läßt sich indessen noch Platz auf dem Kartenrahmen finden (vgl. die Wetterkarten vom 22. Februar 1903 und vom 2. bis 20. März 1904). Die Discovery-Station befand sich aber so weit südlich, daß eine Verbindung ihrer Beobachtungen mit denen in niederen Breiten auf graphischem Wege (durch den Isobarenzug) ohnehin nicht in Frage kommen konnte. Es genügte daher auch, die Beobachtungen dieser Station an einer passenden Stelle der Karte isoliert anzugeben, so daß in Wirklichkeit jener Nachteil bedeutungslos wird.

2. Der größte Nachteil der M. P. ist sicherlich immer der mit der Breite wachsende Abstand der Parallelkreise. So wird in unseren Karten die am meisten mit Beobachtungen versehene Zone zwischen 30° und 45° s. Br. stark verschmälert, der Meeresring zwischen ihr und dem Rande der Antarktis aber verbreitert. Die Form der Isobarensysteme wird verzerrt, der Abstand der Isobaren wird eine Funktion der geographischen Breite, die Veränderungen der Drucksysteme erscheinen in den höheren Breiten relativ vergrößert. Mit diesen Tatsachen ist bei der Betrachtung der Karten immer zu rechnen. Zur Orientierung über den Einfluß dieser Verhältnisse und zur Ausführung von Messungen ist jeder Karte ein Maßstab der wachsenden Breiten beigegeben.

Alles in allem überwiegen im vorliegenden Fall die Vorteile der Mercator-Projektion ihre Nachteile, so daß die von uns getroffene Wahl wohl gerechtfertigt erscheint.

Über die Wahl des Maßstabs der Karten ist folgendes zu bemerken.

Zunächst mußten Arbeitskarten hergestellt werden, um die Einzelbeobachtungen, wie sie vorlagen, darin einzutragen. Es war bei der Bestimmung des Maßstabs dieser Karten darauf Rücksicht zu nehmen, daß auch dicht gedrängte Beobachtungen bequem eingezeichnet und kritische Bemerkungen u. dgl. dazugeschrieben werden konnten. Der Äquatorialmaßstab 1 : 40 000 000 erwies sich für diese Zwecke ausreichend. Die Arbeitskarten erhielten demnach eine Breite von 100,2 cm und eine Höhe von 18,9 cm (zwischen 30° und 70° Br.) [1]). Zur bequemeren Handhabung wurde jede Karte in eine westliche und östliche Hälfte zerlegt, so daß die einzelnen Kartenblätter ohne den Rand 50 cm breit waren. Die westliche und östliche Hälfte wurden untereinander gedruckt.

Nach der Eintragung der Einzelbeobachtungen in die Arbeitskarten wurden die Isobaren gezeichnet, wobei noch eine sorgfältige Kritik der Einzelwerte und Ausscheidung von offenbar fehlerhaften Werten vorgenommen werden mußte (s. u.).

Um aus den Arbeitskarten reproduktionsfähige Karten herzustellen, wurden sämtliche zur endgültigen Wiedergabe bestimmten Zeichen und Linien aus den Arbeitskarten auf

[1]) Dem Entwurf des Gradnetzes wurden die Dimensionen des Besselschen Erdsphäroids zugrunde gelegt.

gleich große und mit demselben Gradnetz und Kartenbild versehene, auf Pauspapier gedruckte Karten durch geübte Zeichner ins Reine übertragen. Diese Kopierarbeit wurde natürlich auf das Genaueste kontrolliert. Die in Reinschrift hergestellten Karten sind dann, nachdem noch die westliche und östliche Hälfte vereinigt war, auf photographischem Wege 2¼mal verkleinert, d. h. auf den Äquatorialmaßstab 1 : 90 000 000 gebracht, um dem Format des Atlas angepaßt zu werden.

Jede Karte sollte daher im Altas eine Breite von 44,5 cm und eine Höhe von 8,4 cm haben. Wenn kleine Abweichungen von diesen Maßen vorkommen, so ist das auf die bekannten Erscheinungen zurückzuführen, die bei Reproduktion und Druck im Papier auftreten. Der auf jeder Karte angegebene Breitenmaßstab, der den gleichen Änderungen unterliegt, ermöglicht es, das Maß dieser Fehlerquellen festzustellen und sie zu eliminieren.

Der Maßstab der Karten soll in 30° s. Br. 1 : 78 000 000, in 60° s. Br. 1 : 45 000 000 betragen.

II. Die täglichen synoptischen Wetterkarten.

Da die Arbeitskarten in großem Maßstab entworfen waren, so konnten die Eintragungen genau und übersichtlich ausgeführt und auch mit etwa nötigen vorläufigen Bemerkungen noch begleitet werden.

a) Signaturen. In den Karten ist jeder Beobachtungssatz an die Stelle eingetragen worden, die sich als Position um den Greenwicher Mittag aus dem für den Ortsmittag astronomisch bestimmten Punkt und dem zurückgelegten Wege (Kurs und Distanz) durch Koppelung ergab [1]) (näheres siehe S. 19/20). Dieser Beobachtungsort ist dann wie üblich durch einen Ring bezeichnet. Bei den Polarstationen und den Landstationen sind die Positionszeichen gleich in die Karten gedruckt.

In dem Ring ist der Grad der Bewölkung wie üblich nach vier Vierteln markiert. ⊖ bedeutet fehlende Beobachtung über Bewölkung. Die englischen Wetterzeichen b, c, o sind den Graden 0, 5 und 10 gleich gesetzt, und für b-c oder c-o die entsprechenden Zwischenstufen gebildet worden.

Der Wind ist nach Richtung und Stärke in bekannter Weise durch gefiederte Pfeile (z. B. Windstärke 6 durch 3, 7 durch 3½ Querstriche am Windpfeil), Windstille durch einen Kreis um den Stationsring ausgedrückt. Böiger Wind (q) ist außerdem durch einen kurzen, flachen Bogen am Windpfeil gekennzeichnet.

Die Luftdruckwerte sind nicht in die endgültigen Karten übernommen, um diese nicht zu sehr mit Zahlen zu belasten. Die Isobaren bieten einen Ersatz dafür. Nur an den Polarstationen ist es geschehen. Wohl aber ist beim deutschen Material die Tendenz der Druckänderung von dem Beobachtungstermin ab für die nächsten 24 Stunden angedeutet, und zwar durch folgende Zeichen

/ : der Luftdruck hat im ganzen steigende Tendenz;
\ : „ „ „ „ „ fallende „ ;
/\ : „ „ ist zunächst steigend, dann fallend;
— : „ „ ändert sich nicht wesentlich;
⌣ : „ „ hat ein Minimum erreicht;
⌢ : „ „ hat ein Maximum erreicht.

[1]) So ist auch die Verteilung des Materials ohne weiteres aus den Karten zu ersehen.

Die Temperatur der Luft ist in den definitiven Karten außer bei den Polarstationen ausgelassen, weil das Kartenbild zu stark belastet wäre, dagegen ist die Temperatur des Wassers meist in Zehntelgraden unter dem zugehörigen Beobachtungspunkt angegeben. Luftdruckänderung und Wassertemperatur kennzeichnen in den Karten das deutsche Material, denn im fremden Material waren keine Angaben hierüber.

Auch die Witterungsnotizen wurden aufgenommen und durch die internationalen Symbole bezeichnet: Regen ●, Schnee ✳, Hagel ▲, Gewitter ⚡, Wetterleuchten ≤, Nebel ≡, Tau ⌓, Eis ▬. Es ist indes zu beachten, daß diese Erscheinungen nicht durchaus regelmäßig in den Tabellen, die uns vorlagen, registriert waren; z. B. in den argentinischen fehlten solche Angaben stets, in den englischen und den amerikanischen sehr oft. In den Arbeitskarten wurde dies vermerkt.

b) Isobarenzeichnung. Die Luftdruckverteilung ist in den Karten durch Isobaren von 5 zu 5 mm wiedergegeben. Für die Zeichnung der Isobaren dienten als erste Anhaltspunkte natürlich die eingetragenen Luftdruckwerte. Sodann wurde im einzelnen auf Richtung und Stärke der Winde Rücksicht genommen.

Die Luftdruckwerte standen im allgemeinen in Zehntelmillimetern in den Arbeitskarten, ohne daß dieser Grad von Genauigkeit bei den Schiffsbeobachtungen immer verbürgt werden kann (vgl. S. 20). Besonders bergen die von Aneroiden stammenden Werte ja oft eine große Unsicherheit. Darum wurde durchweg ein A als Zeichen dafür, daß ein solches Instrument benutzt war, nicht nur in die Tabellen, sondern auch mit jedem Einzelwert in die Arbeitskarten selbst übernommen. Auch z. B. besonders große Korrektionen von Quecksilberbarometern, die gelegentlich vorkommen, wurden in den Karten bei jeder einzelnen der betreffenden Beobachtungen durch ein Zeichen vermerkt.

So konnten noch bei der Isobarenzeichnung alle etwa von vornherein zweifelhaften Werte, besonders also die Aneroidablesungen, als solche erkannt und behandelt werden, sobald sich Widersprüche mit Nachbarwerten zeigten. Dies Verfahren bot auch noch den Vorzug, unter Umständen die Beobachtungen eines und desselben Schiffs durch eine Reihe von Tagen mit Hilfe einer aus Vergleich ermittelten Korrektion zu berichtigen oder auch eine solche Serie unbrauchbarer Werte ganz auszumerzen. Selbstredend wurde hierin größte Zurückhaltung geübt und vor allem solch ein Wert immer erst auf seinen Ursprung so weit verfolgt, bis womöglich die Korrektions- und Prüfungsverhältnisse und etwaige kritische Bemerkungen zur Journalführung usw. eingesehen werden konnten, was mit Hilfe des oben (S. 19) erwähnten Registers und Zettelkatalogs geschah.

Es wurden ferner alle die Werte, die, ohne daß sie schon die Marke der Unsicherheit führten, der Isobarenzeichnung einige Schwierigkeit bereiteten, ähnlich zurückverfolgt, so daß damit auch wohl der größte Teil der bei den Zwischenoperationen gemachten (und bei solcher Riesenarbeit unvermeidlichen) Fehler entdeckt und getilgt wurde. Um solche Nachprüfungen zu erleichtern, waren die Eintragungen in den Karten schon nach zwei großen Gruppen, deutschen und fremden, durch ein Zeichen unterschieden.

Die Windrichtung ist wohl leicht und sicher an Ort und Stelle zu beobachten, aber nicht durchgängig für die Isobarenzeichnung verwendbar. Denn sie entspringt nicht überall dem Hauptzuge der atmosphärischen Zirkulation, sondern spiegelt hier und da lokal modifizierte Verhältnisse wider.

Völlig frei von störenden Einflüssen ist der Wind allerdings im größten Teil unseres Feldes, auf dem Meere. Hier haben wir ihn denn auch in weitestgehendem Maße, selbst wenn er ganz schwach war, zur Richtschnur für die Isobarenzeichnung im einzelnen genommen, strenger als es wohl meist beim Entwurf der Isobarenkarten unserer Länder und auch auf manchen vom Meere geschieht.

Lokale Beeinflussung des Windes ist dagegen auf Land oder an Küsten leicht möglich, so daß man, namentlich bei schwachen Winden, zuweilen ihre Richtung außer Acht lassen muß, doch haben wir es auch da, so weit wie möglich, vermieden.

Sehr verschieden verhalten sich in dieser Beziehung die antarktischen Stationen. Am meisten lokal beeinträchtigt scheint die der „Discovery" gewesen zu sein, infolge ihrer mannigfaltig gestalteten Umgebung: im Westen zog sich der gebirgige Rand des Inlandeisplateaus hin, im Osten ragten die Vulkankegel der Ross-Insel auf, im Süden lag die Barriereisfläche mit Inselgruppen und im Norden das Meer mit treibendem Eis. Doch ist diese Station für die Zeichnung der Isobaren belanglos geblieben. Von der schottischen Station auf den Süd-Orkney-Inseln mußte statt der Richtung des Windes teilweise die des unteren Wolkenzugs benutzt werden (s. S. 17). Auch an der schwedischen Station auf Snow Hill waren einige seltener auftretende Windrichtungen etwas lokal gefärbt, doch brauchte und konnte die Isobarenzeichnung darauf fast keine Rücksicht nehmen [1]). Auf der Gauss-Station schließlich waren die Winde frei von jeglicher Störung, so vollständig, wie es wohl nie an einem Punkte, der doch gleichzeitig die Vorteile einer Landstation bot, der Fall gewesen ist [2]). Sie steht in dieser Hinsicht auf gleicher Stufe mit den Positionen der Schiffe auf dem Meer. Da sie aber als wissenschaftliche Station zugleich größere Zuverlässigkeit und Genauigkeit ihrer Beobachtungen garantiert, als wie wir sie meist von den Schiffen erwarten dürfen, so stellt sie wohl überhaupt die vollkommenste Station unserer ganzen Zone dar.

Die Stärke des Windes kann, zusammen mit den Luftdruckwerten benachbarter Stationen, bisweilen einen Anhalt für den Abstand der Isobaren voneinander geben. Aber auch sie ist auf und an Land mitunter lokal beeinflußt und kann dann nicht als der wahre Ausdruck der Luftdrucklage gelten. Bei der Staaten-Insel z. B. sehen wir auf vielen Karten des Juli und August 1902 den Wind auffallend schwach, wenn ringsum Stürme wehen. Aber auch auf völlig freiem Meere kann das Maß für die Berücksichtigung der Windstärke nicht etwa in strengen Regeln gegeben werden. Manchmal rücken die Linien bei schwachen Winden, selbst Stillen, recht nahe aneinander, manchmal umgekehrt. Auch sind die Windstärken auf kleiner Fläche nicht einmal immer gleich; mitten unter stärkeren Winden kann ein um mehrere Stufen schwächerer auftreten. Sind doch auch die Beobachtungen mehrerer Schiffe selbst auf kleinem Raume wohl selten durchaus gleichzeitig, und spielt doch auch der Böencharakter des Windes eine Rolle! Weiter ist zu bedenken, daß die Kartenprojektion nicht flächentreu, somit der Abstand der Isobaren eine gewisse Funktion der Breite ist. Durch alle diese Umstände kann den Zeichnenden schließlich nur ein gewisser durch Übung erlangter Takt hindurchleiten.

Noch mehr wird dieser maßgebend für die Entscheidung darüber, wieweit man noch Isobaren zeichnen darf an Stellen großer Beobachtungsleere. Hier läßt sich nicht etwa die Forderung einer

[1]) Dieser Fall wird weiter unten in der Einleitung zu der Abhandlung von Meeking näher untersucht.
[2]) Vgl. Band III, 1 dieses Werkes.

bestimmten Zahl von Beobachtungspunkten für gewisse Flächengröße aufstellen. Unter Umständen vermag selbst ein einzelner Punkt in weiter Isolierung die Luftdrucklage erheblich zu klären. Es würde dann unberechtigt sein, auf eine Andeutung des wahrscheinlichen Tatbestandes ganz zu verzichten. In solchen Fällen ist nur die Unsicherheit der Isobarenführung zum Ausdruck zu bringen, was durch Strichelung der Linien auch stets geschehen ist. Als beliebiges Beispiel für den Wert einer isolierten Beobachtung sei die Karte vom 20. Februar 1903 genannt. Durch die einzige Beobachtung von der Scotia im Weddell-Meer wird hier sofort klar, daß eine Zunge hohen Druckes sich etwa zwischen Süd-Georgien und Süd-Sandwich-Inseln südwestwärts ins Weddell-Meer hinabschiebt. Durch die Beobachtung auf Snow Hill allein wäre der Hochdruck nur eben angedeutet, auch das noch unsicher wegen des schwachen Windes. Fiele gar auch dieser Punkt weg, so ließe sich über die ganze Lage im Atlantischen Ozean südlich der Breite des Feuerlandes nichts sagen, als daß irgendwo tieferer Druck läge als in Südamerika. Auf ein bis zwei Beobachtungspunkte sind also hier beträchtliche Schlüsse gegründet, aber auch erlaubt, denn die Situation erscheint im ganzen durchaus eindeutig.

Durch gestrichelte Isobaren ist also in unseren Karten zum Ausdruck gebracht, daß nur der große Zug der Luftdruckverteilung, zuweilen in etwas hypothetischer Weise, wiedergegeben sein soll. Die Strichelung ist aber auch da verwendet, wo eine Isobare nur auf eine kleinere Strecke hin inter- oder extrapoliert ist, also nur geringfügigere Unsicherheit in ihrer Lage birgt.

Im übrigen sind dickere und dünnere Linien unterschieden: die ersteren für Luftdruck von 760 und mehr, die letzteren für solchen von weniger als 760 mm.

c) Die Witterungsübersicht lokalisiert mit kurzen Angaben die markanten Luftdruckgebilde, die Maxima und Minima nebst ihren Ausläufern. Sie hat den Zweck, einen leichten Überblick über dieselben in ihrer Aufeinanderfolge in westöstlicher Richtung am einzelnen Tage zu gewähren sowie im Vergleich mit benachbarten Tagen den Verfolg der Orts- und Gestaltsveränderung des einzelnen Gebildes zu ermöglichen. Dabei soll mit der Breiten- und Längenangabe, die zuweilen ganz genau, oft aber nur innerhalb weiter Grenzen möglich ist, das Kerngebiet des Gebildes bezeichnet sein, mit den Zeichen ○ ⌣ ⌒) (die ungefähre Gestalt, in der es uns auf der Karte entgegentritt (die naturgemäß sehr von der Verteilung der Beobachtungspunkte abhängt), und mit der Luftdruckzahl die Mindesthöhe eines Maximums oder die Mindesttiefe eines Minimums des Luftdrucks [1]).

III. Die Mittelkarten.

Auf Grund der 913 täglichen Karten wurden 50 Mittelkarten entworfen, und zwar 30 Monatskarten, 9 einzelne und 4 mittlere Vierteljahrskarten, 2 einzelne und 1 mittlere Jahreskarte, ferner 4 Luftdruckdifferenzkarten, um den Unterschied der Jahreszeiten und Jahrgänge zu zeigen.

a) Die Methode der Herstellung.

Für die kontinentalen und die antarktischen Stationen waren die Mittelwerte gegeben. Im übrigen sind für die Schnittpunkte jedes zehnten Meridians mit jedem fünften Breitenkreis die Mittel der aus den 913 einzelnen Isobarenkarten interpolierten Werte gebildet worden.

[1]) Anlaß zu weiteren Bemerkungen über den Inhalt der synoptischen Wetterkarten wie auch der Mittelkarten wird sich noch bei ihrer Diskussion bieten.

So einfach diese Aufgabe zunächst erscheint, so verfehlt wäre es, sie rein mechanisch durchzuführen. Freilich so lange der Schnittpunkt noch zwischen Isobaren liegt, es sich also um wahre Interpolation handelt, bietet sich keine Schwierigkeit. Wohl aber wirft sich in den Randpartien der Zeichnung die Frage auf, ob und wie weit man über sie hinausgehen soll mit Extrapolation.

Hier kommt es fürs erste sehr auf den Verlauf der Isobaren und die Zahl der sie stützenden Werte an. Wo die Linien z. B. parallel und eng geschart eine Strecke weit hinziehen, gegründet auf eine große Zahl stürmischer Winde und entsprechender Luftdruckwerte, da wird man einen querab, d. h. in der Richtung des Gradienten liegenden Schnittpunkt mit relativ größter Sicherheit extrapolieren dürfen, mit geringerer schon, wenn jene parallelen Isobaren auf weniger Werte oder schwächere Winde gestützt sind oder minder einförmig verlaufen. Und am wenigsten Sicherheit hat man, wenn der fragliche Schnittpunkt anstatt querab vielmehr in der Richtung der Isobaren selbst entfernt liegt; da könnte, je nachdem die Isobaren nach links oder nach rechts abbiegen, ein recht verschiedener Wert auf ihn kommen.

Ein anderer Fall ist der, daß die Isobaren auf eine Strecke unterbrochen sind. Wenn dann auf dieser gerade in der Mitte ein Schnittpunkt liegt, so wird es wieder ganz von der Erstreckung der Lücke wie auch von der Gestalt der Luftdruckgebilde zu beiden Seiten abhängen, wie groß die Variationsmöglichkeit des ausgelassenen Isobarenstückes sein mag und ob sie noch klein genug ist, um für den Schnittpunkt das Einsetzen eines Wertes zu rechtfertigen.

Aber auch wo die Umstände der angeführten Art in zwei Fällen völlig gleich sind, können beide doch abermals eine verschiedene Bewertung erhalten durch ein weiteres Moment, nämlich durch die Zahl und Güte der für den fraglichen Mittelwert vorhandenen übrigen Einzelwerte oder Komponenten. Als unterste Grenze der zur Bildung des Monatsmittels erforderlichen Komponentenanzahl wurde 20 gesetzt. Ein Schnittpunkt habe dann z. B. in einem Monat an 11 Tagen keine und an 19 Tagen nur soeben noch zulässige Werte geliefert, und es handle sich beim 31. Tag um die Entscheidung, ob der Mittelwert nun gerät oder scheitert. Würde dieser Tag dann nur eine so rohe Schätzung wie 720—30 mm liefern, so würde man diese (und damit den Mittelwert) wohl fallen lassen. Hätte man hingegen bereits mehr als 20 Komponenten, so daß das Mittel unter allen Umständen zu bilden wäre, so würde es unbedingt richtiger sein, selbst diesen so rohen Wert 720—30 noch zu berücksichtigen, da der Mittelwert offenbar bei Auslassung jener besonders niedrigen Komponente entschieden zu hoch ausfiele.

Kurzum, es kann bei der Kombinationsfülle kein geregeltes, geschweige denn mechanisches Verfahren, sondern nur ein aufmerksamer und in Übung geschärfter Blick entscheiden.

Häufig wurden in Grenzfällen Werte wie > 765, < 740 eingesetzt. Bei der Mittelberechnung hoben sich dann diese Zeichen zum Teil auf, die übrigbleibenden wurden je mit ± 3 mm in Anschlag gebracht, was sich als das passendste erwiesen hatte. Und da im allgemeinen durch 30 zu dividieren war, so konnte einfach jedes übriggebliebene $>$ als $+0.1$ und jedes $<$ als -0.1 mm an das berechnete Mittel angebracht werden.

Die äußere Anlage der Arbeit war folgende. Für jeden 5. Parallelkreis und jeden Monat wurden zwei gedruckte Tabellenformulare, je eines für die östliche und westliche Hälfte angelegt. Dieselben hatten 31 Horizontalreihen für die Monatstage und 18 Vertikalspalten, nämlich eine für jeden 10. Meridian. War eine solche Tabelle ausgefüllt, so ergab also die Addition und Division die Mittel-

werte eines einzelnen Monats für die 18 Schnittpunkte des Meridians mit dem bestimmten Parallelkreis. Diese Werte wieder in Kartenformulare eingetragen gestatteten das Ziehen der Monatsisobaren.

Der Güte nach aber wurden unter den Mitteln drei Gruppen unterschieden, indem die aus nur 20—24 Werten (bei 31tägigen Monaten 20—25) gebildeten doppelt, die aus 25—29 (bei 31tägigen Monaten 26—30) gebildeten einfach, die aus der Vollzahl der Tage erhaltenen gar nicht unterschlängelt wurden. In den Monatsisobarenkarten sind die Schnittpunkte mit Werten der ersten Art durch ein Kreuz, die übrigen durch einen Punkt kenntlich gemacht.

Die einzelnen Vierteljahrskarten sind durch Mittelbildung aus den Monatskarten entstanden. Es wurden nur solche Werte eingetragen, die sich aus den drei einzelnen Monatswerten ableiten oder durch Interpolation etwa fehlender Monatswerte noch gewinnen ließen.

Die so hergestellten einzelnen bildeten die Grundlage der vier mittleren Vierteljahrskarten. Für das Vierteljahr Dezember bis Februar standen 3, für die übrigen je 2 einzelne Vierteljahrskarten zur Verfügung. Falls nicht auf jeder ein Wert zur Mittelbildung vorhanden war, wurde auf die Monate zurückgegriffen und das Mittel noch gebildet, wenn sich im ganzen 5 Monatswerte (bei Dezember bis Februar 6) fanden. Durch ein Kreuz am Schnittpunkt wurden diese Mittel von den aus den vollen Vierteljahrskarten (also aus 9 resp. 6 Monaten) gebildeten unterschieden.

Die beiden einzelnen Jahreskarten Dezember 1901 bis November 1902 und Dezember 1902 bis November 1903 wurden ähnlich aus den einzelnen Vierteljahrskarten abgeleitet, und falls für einen Schnittpunkt nicht 4 Werte aus solchen, sondern nur 3 oder 2 vorhanden waren, wurde auf die Monatswerte zurückgegangen und das Mittel noch gebildet, wenn die fehlenden Monatswerte mit genügender Sicherheit durch Interpolation erhalten werden konnten. Auch diese unvollkommenen Schnittpunktswerte sind durch Kreuze gekennzeichnet.

Die mittlere Jahreskarte schließlich ist im wesentlichen durch Mittelbildung aus den beiden einzelnen Jahreskarten entstanden.

War aber für einen Schnittpunkt nur auf einer Jahreskarte ein Mittelwert vorhanden, so wurden aus dem anderen Jahre in erster Linie die vorhandenen Vierteljahrswerte herangezogen, statt etwa fehlender Vierteljahrswerte aber die aus diesem Vierteljahr vorhandenen Monate benutzt. Im letzten Falle wurde der vorhandene Monatswert (oder bei zweien das Mittel aus ihnen) den übrigen Vierteljahrswerten gleichgestellt und aus ihnen das Jahresmittel gebildet. Das Mittel aus diesem und dem vorhandenen (vollständigen) zweiten Jahresmittel lieferte einen Wert für die mittlere Jahreskarte.

Wenn im ganzen mehr als 7 Monatswerte fehlten, wurde der mittlere Jahreswert nicht gebildet, es sei denn, daß durch Interpolation eine Vervollständigung angängig war.

In allen jenen Fällen, wo nur von einem Jahre ein Mittel vorhanden und das zweite Jahr nicht durch alle 4 Vierteljahrswerte vertreten war, wurde auch das eine vollständige Jahresmittel wieder in seine Vierteljahrswerte aufgelöst und zuerst Mittel aus je zwei einander entsprechenden Vierteljahrswerten gebildet; es wurden dann die aus zwei Jahren stammenden Vierteljahrswerte den nur einmal vorhandenen gleichgestellt und aus ihnen schließlich der mittlere Jahreswert gebildet. Zuweilen konnten fehlende Vierteljahrswerte interpoliert werden.

Endlich wurden noch in den Randpartien Mittelwerte an allen denjenigen Schnittpunkten hergestellt, wo keiner der beiden einzelnen Jahreswerte vorhanden war, aber im ganzen wenigstens 17 einzelne Monate (die dann meist auch ziemlich gleichmäßig über beide Jahrgänge und alle Jahreszeiten verteilt waren) sich zusammenfanden. Es wurde in dem Falle für jedes einzelne Vierteljahr ein besonderes Mittel gebildet (einerlei ob 1, 2 oder 3 Monate desselben vertreten waren), und dann aus allen vorhandenen Vierteljahren der mittlere Jahreswert erhalten.

Alle Berechnungen sind doppelt ausgeführt, und die Schnittpunktswerte an den Grenzen der Isobarenzeichnung sind noch besonders nachgeprüft.

Die Isobarenzeichnung hat in jeder Art von Mittelkarten (ähnlich wie bei den Einzelkarten) auf die unvollkommenen Werte durch Strichelung Rücksicht genommen.

Auf allen Mittelkarten sind zwischen den Isobaren von 5 zu 5 mm noch die von 2½ eingeschaltet, und zwar punktiert. Die Mittelwerte selbst werden in Band IV veröffentlicht.

b) Genauigkeitsgrad.

Über die Genauigkeit der Mittelwerte läßt sich nur wenig Allgemeineres sagen. Sie hängt natürlich von der Zahl der zur Mittelbildung verwendeten Fälle und von der Güte der Schätzung der Einzelwerte ab. Es kommen Mittel vor, deren Komponenten alle Monatstage umfassen, aber zum überwiegenden Teil recht roh geschätzt sind; es gibt andere, die nur aus 20, aber vielleicht meist sehr genau bestimmten Komponenten abgeleitet sind. Darin waltet das bunteste Spiel des Zufalls. Endlich ist eine große Zahl von solchen vorhanden, denen die Vollzahl der Monatstage und auch durchweg genaue Werte zugrunde liegen. Diese gruppieren sich — und das ist vielleicht die einzige bestimmt aufstellbare Regel — um die drei Kontinente, um die Südspitze Afrikas, um Südaustralien (aber z. B. die nördlich von Neuseeland in der Ecke der Osthälfte gelegenen sind schon wieder wesentlich ungenauer, weil oft recht roh geschätzt), und vor allem um Südamerika. Hier haben wir die ausgedehnteste Landstütze und zugleich die größte Häufung [1]) von Schiffsbeobachtungen in ihrem ganzen Umkreis. Hier ist deshalb auf einer größeren zusammenhängenden Fläche die Genauigkeit aller Schnittpunktswerte der Mittelkarten so groß, daß der Fehler höchstens ein paar Zehntel betragen kann. Wie groß das andere Extrem der Fehlergröße ist, läßt sich viel schwerer angeben. Immerhin mag ein gewisser Anhalt in folgendem gefunden

Differenzen der von der Ost- und Westhälfte her extrapolierten Werte.

Breite	1901 X	1901 XII	1902 III	1902 IV	1902 VII	1902 VIII	1902 IX	1902 X	1902 XI	1903 I	1903 II	1903 III	1903 V	1903 VI	1903 IX	1903 XI	1903 XII	1904 I	1904 II	1904 III	Mittel
1) im 180. Meridian.																					
30° S.	—	+0.8	—	—	—	+0.1	—	—	—	0.0	—	—	—	—	—	−0.2	—	—	—	—	0.3
35° S.	—	+0.6	—	+0.6	—	−1.5	—	—	—	−0.2	—	—	—	−0.1	−0.7	—	−0.2	—	—	−0.1	0.5
40° S.	—	+0.7	—	+1.0	—	−1.5	—	—	—	0.0	—	—	—	+1.2	−0.7	—	+0.1	—	—	−0.3	0.7
45° S.	—	0.0	—	+0.7	+1.5	—	—	—	+0.1	—	−1.0	—	+1.7	—	−1.3	−0.3	−0.1	−0.1	−0.6	0.0	0.6
50° S.	—	−0.1	—	+0.4	—	—	—	—	—	0.1	−0.1	+0.3	—	+1.5	−0.4	—	−1.1	+2.7	+0.8	−1.0	0.8
55° S.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+0.3	1.4
																				Mittel	0.4 mm
2) im 0. Meridian.																					
30° S.	—	—	+1.1	—	—	—	−0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9
35° S.	−1.1	—	+0.8	+0.8	−1.5	—	−1.1	—	−1.2	+0.4	—	—	—	+0.8	—	—	—	—	—	—	1.0
40° S.	1.3	—	+0.3	+0.6	−0.9	—	1.2	2.0	—	−0.1	—	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—	0.8
45° S.	—	—	+0.4	—	−1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9
																				Mittel	0.9 mm

[1]) Diese ging öfters so weit, daß nicht alle einzelnen Beobachtungssätze in die Arbeitskarten aufgenommen werden konnten, sondern am Rande noch verzeichnet werden mußten.

werden. Häufig lückenhafte, also der Interpolation besonders ungünstige Regionen lagen um den Ost- und Westrand beider Kartenhälften, um den 180. und noch viel mehr den 0. Meridian. Beide wurden nun unabhängig auf beiden Kartenhälften behandelt, d. h. sowohl von West- wie von Ost-Längen her wurden Werte für die Schnittpunkte dieser Meridiane eingesetzt, wo es nach dem jeweiligen Isobarenbild angängig war. Später sind natürlich von diesen Paaren Mittel genommen, die für den Karten- wie Tabellendruck verwendet wurden. Wenn wir aber hier einmal die getrennt erhaltenen Werte vergleichen, so ergibt sich nach vorstehender Tabelle im 180. Meridian eine mittlere Abweichung beider Schätzungen von nicht ganz $\frac{1}{2}$ mm, und selbst im 0. Meridian von keinem ganzen Millimeter, obwohl hier schon fast alle Werte doppelt unterschlängelt waren. Der ganz vereinzelte Höchstbetrag war 2 und $2\frac{1}{2}$ mm. Ein solcher beeinflußt dann natürlich schon den Isobarenverlauf, alle übrigen hier verzeichneten aber noch kaum. Und das sind wie gesagt Regionen und Fälle größter Ungunst.

E. Die Verteilung des Materials nach Zeit und Ort.

I. Die Grenzen des Gebiets.

Gemäß dem Programm der Internationalen Meteorologischen Kooperation liegt der Nordrand der Beobachtungszone auf dem 30. Breitenkreis; er hat eine Länge von 34 730 km. Ihm entspricht auf der nördlichen Halbkugel eine Linie, die vom Südfuß des marokkanischen Atlas über die Nordspitze des Roten Meeres und des Persischen Golfs durch das Quellgebiet von Ganges und Brahmaputra ungefähr zum Unterlauf des Yangtsekiang verläuft, dann südlich der Japanischen Inseln und nördlich der Hawaii-Gruppe durch den Stillen Ozean zum Hintergrund des Golfs von Kalifornien, weiter über die Mississippimündung und die Wurzel der Halbinsel Florida durch die Mitte des Sargassomeeres gehend zum Südrand des Atlas zurückführt. In unserer Zone selbst zieht dieser Grenzkreis dagegen größtenteils einfach durch ozeanische Räume und durchschneidet nur die schmalen Südenden der Kontinente. Er berührt in Afrika Port Natal, in Australien einen Punkt der Westküste nördlich von Perth und einen der Ostküste zwischen Sidney und Brisbane, endlich in Südamerika den chilenischen Küstenort La Serena nördlich von Valparaiso und die brasilianische Stadt Porto Alegre. (Vgl. Karte 1 des Atlas.)

Die Südgrenze des Beobachtungsgebiets ist naturgemäß viel unbestimmter und ungleichmäßiger. Die Zone, die auf den meisten Wetterkarten noch mehr oder weniger vollständig mit Isobaren bedeckt werden konnte, liegt etwa zwischen den Breiten von 30 und 50° und hat ein Areal von rund 70 000 000 qkm.

Weiter südwärts geschoben wird sie aber zeit- und stellenweise durch die Südpolarstationen. Es überwinterten nämlich innerhalb des Zeitraums der Kooperation:

1. die deutsche Expedition mit dem „Gauss" südlich vom Indischen Ozean vor der Küste des Kaiser Wilhelm II.-Landes vom 22. Februar 1902 bis 8. Februar 1903 in 66° 2′ s. Br., 89° 38′ ö. L. v. Gr.;
2. die englische Expedition mit der „Discovery" südlich von Australien in der Südwestbucht des Ross-Meeres vom 9. Februar 1902 bis 15. Februar 1904 in 77° 51′ s. Br., 166° 45′ ö. L.;

3. die französische Expedition mit dem „Français“ an der Westküste der Westantarktis vom 4. März 1904 ab in 65° 4′ s. Br., 63° 26′ w. L. (Port Charcot);
4. die schwedische Expedition an der Ostseite desselben Landvorsprungs vom 2. März 1902 bis 7. November 1903 in 64° 22′ s. Br., 57° 0′ w. L. (Snow-Hill); eine davon getrennte Abteilung auf der Paulet-Insel vom 2. April bis 10. November 1903 in 63° 35′ s. Br., 55° 50′ w. L.;
5. die schottische Expedition mit der „Scotia“ südlich vom Atlantischen Ozean auf der Laurie-Insel, Süd-Orkneys, vom 25. März 1903 bis 21. Februar 1904 in 60° 44′ s. Br., 44° 39′ w. L. (Scotia-Bai und Omond House) [1]). Die „Scotia“ fuhr außerdem vom 2. Februar bis 25. März 1903 und vom 22. Februar bis 31. März 1904 in Breiten jenseits von 60° bei Vorstößen in das Weddell-Meer.

So wird denn die Südgrenze erheblich vorgeschoben einmal im Indischen Ozean. Hier kommt ungefähr in der Hälfte des Zeitraums der Kooperation eine Region bis zu 60° Br., und davon ein volles Jahr hindurch eine solche bis zum Polarkreis in Betracht, wenn auch nicht immer für die Zeichnung von Isobaren, so doch für die Diskussion der Luftdrucklage. Dieser Bereich entspricht seiner Breite nach etwa dem nordhemisphärischen vom Himalaya bis zur Mündungsbucht des Ob.

Ebenfalls bis zum Polarkreis reicht südlich von Südamerika die Zone der Beobachtungen an festen Stationen sogar während 25 Monaten, d. h. $^5/_6$ des Zeitraums der Kooperation. Die Fahrten der „Scotia“ ins Weddell-Meer schieben die Grenzen des Untersuchungsgebiets in den Sommern 1902/03 und 1903/04 zeitweise selbst noch bis über 70° s. Br. zurück. Diesem Gebiet entspricht auf der Nordhalbkugel der Streifen vom Nordrande des Mexikanischen Golfes und der Mitte des Sargassomeeres bis zum Baffin-Land.

Nicht so wie an diesen beiden Stellen ist in dem dritten durch eine Polarstation ausgezeichneten Meridianstreifen, dem von Australien und Viktoria-Land, die Südgrenze unserer Zone beeinflußt worden. Denn die „Discovery“ überwinterte zwar unter 78° s. Br., der Breite des Nordkaps von Asien, aber die Schiffe, welche um Australien fahren, kommen selten über den 50. Parallelkreis hinaus. Es klafft deshalb hier bis zur Station eine beobachtungsleere Lücke von fast 30 Breitengraden, welche einen Anschluß der Beobachtungen hüben und drüben verhindert. Auf nordhemisphärische Breiten übertragen würde eine unmittelbare Verbindung zwischen den Beobachtungen in Spitzbergen einerseits und Süddeutschland anderseits auf ähnliche Schwierigkeiten stoßen. Für einen großen Teil der aus dem Material der Kooperation erwachsenden detaillierteren Untersuchungen muß deshalb die englische Station leider außer Betracht bleiben, so bedeutungsvoll die Beobachtungen an dieser vorgeschobensten Stelle für die allgemeine Darstellung werden. Hier wäre das Prinzip der deutschen Expedition, durch eine Zweigstation eine Vermittlung nach niederen Breiten zu schaffen, sehr wertvoll gewesen; etwa Kap Adare oder vielleicht noch besser die Balleny-Inseln hätten hierzu dienen können.

Entsprechend dieser Lage der Polarstationen haben wir als unteren Rand unserer Karte den 70. Parallelkreis gewählt. Sie umfaßt also zum großen Teil noch die Küsten der antarktischen Länder und schließt alle Polarstationen außer der englischen sowie auch, mit Ausnahme von nur

[1]) Die Beobachtungen ließen sich ergänzen bis zum 31. März 1904, weil die Station von seiten des argentinischen Meteorologischen Instituts weitergeführt wurde. Anales de la Oficina Met. Argentina. Bd. 16. Buenos Aires 1905.

20 Tagen, die Kreuzfahrt der „Scotia“ im Weddell-Meer ein. Die Beobachtungen der Discovery-Station sind auf ihrem Längenkreis am unteren Rand der Karten gesondert eingeschrieben.

Die gesamte von der Karte dargestellte Zone mißt in Natur 112 400 000 qkm.

II. Die zeitliche Verteilung.

Für einen Überblick der zeitlichen Ungleichmäßigkeit in der Verteilung des Materials über unsere Erdzone mag einen gewissen Anhalt die hier stehende Tabelle bieten, welche als Stichproben für den 1., 11. und 21. Tag jedes Monats die Zahl seiner Beobachtungssätze registriert [1]).

Darnach ergeben sich als Mittel für die Osthälfte 35, für die Westhälfte 64, demnach für die gesamte Zone 99 Beobachtungssätze pro Tag oder rund 90 000 Beobachtungssätze für den ganzen Zeitraum [2]). Im einzelnen schwanken die Zahlen ziemlich. So fallen auf den 21. März 1903 insgesamt 99 Sätze, während schon der entsprechende Tag des nächsten Monats nur ¾ davon liefert. Die absolut höchste Zahl beträgt 121 (am 21. April 1902), die niedrigste 73 am selben des nächsten Jahres! Im ganzen ist die erste Hälfte des Zeitraums besser gestellt als die zweite; so weist der

Zahl der Beobachtungssätze in den synoptischen Wetterkarten.

Datum	1901/02 Geogr. Länge W	O	W + O	1902/03 Geogr. Länge W	O	W + O	1903/04 Geogr. Länge W	O	W + O	Datum	1902 Geogr. Länge W	O	W + O	1903 Geogr. Länge W	O	W + O
Okt. 1	62	33	95	60	37	97	61	28	89	Apr. 1	73	42	115	57	26	83
„ 11	68	35	103	63	41	104	62	24	86	„ 11	73	46	119	49	26	75
„ 21	63	33	96	73	35	108	55	33	88	„ 21	74	47	121	45	28	73
Nov. 1	69	36	105	74	41	115	53	36	89	Mai 1	66	43	109	46	28	74
„ 11	66	36	102	71	38	109	56	39	95	„ 11	59	42	101	52	37	89
„ 21	69	45	114	75	33	108	53	37	90	„ 21	71	35	106	68	29	97
Dez. 1	70	38	108	65	37	102	60	26	86	Juni 1	65	41	106	68	33	101
„ 11	70	36	106	56	34	90	57	26	83	„ 11	73	36	109	64	35	99
„ 21	78	42	120	67	35	102	55	29	84	„ 21	67	45	112	62	30	92
Σ	615	334	949	604	331	935	513	278	790	Σ	631	377	998	511	272	783
Jan. 1	63	42	105	72	40	112	63	28	91	Juli 1	74	35	109	58	30	88
„ 11	65	43	108	75	45	120	49	24	73	„ 11	69	34	103	63	22	85
„ 21	70	41	111	70	43	113	54	28	82	„ 21	58	36	94	56	23	79
Febr. 1	66	52	118	72	43	115	61	30	91	Aug. 1	62	38	100	61	27	88
„ 11	67	44	111	66	42	108	64	27	91	„ 11	67	41	108	56	22	78
21	76	41	117	55	43	98	66	16	82	„ 21	63	35	98	64	27	91
März 1	68	41	109	59	38	97	63	28	91	Sept. 1	70	38	108	71	27	98
„ 11	75	39	114	61	42	103	58	30	88	„ 11	61	35	96	71	34	105
„ 21	69	43	112	60	39	99	45	29	74	„ 21	61	39	100	61	27	88
Σ	619	386	1005	590	375	965	523	240	763	Σ	555	331	916	561	239	800

April 1902 über 110 Sätze, der April 1903 nur 70—80 pro Tag auf. Dies ist darin begründet, daß die internationale meteorologische Kooperation zuerst nur bis zum 31. März 1903 dauern sollte; als sie um ein Jahr verlängert wurde, waren viele Schiffe in Fahrt, denen dies nicht rechtzeitig bekannt gegeben werden konnte.

[1]) Beobachtungssätze sind von Stationen zu unterscheiden, manchmal fallen auf eine Station zwei oder drei Sätze, besonders auf Hafenstädte.

[2]) Diese Summe differiert um fast 10 000 mit der, welche S. 14 sich als Gesamtmenge des Materials berechnen ließ. Das rührt daher, daß in dem aus den verschiedenen Quellen stammenden Material sich manche Schiffsjournale doppelt finden, die bei der Eintragung natürlich einmal wegfielen.

Sicher ergeben sich für einzelne Teile des Erdgürtels auch jahreszeitliche Unterschiede, indem z. B. die Fahrten zu den Salpeterhäfen der Westküste Südamerikas sich zu bestimmter Zeit häufen können. Auch eine gewisse jahreszeitliche Verlagerung der einen oder anderen Route erscheint nicht ausgeschlossen. Doch gleichen sich diese Verschiedenheiten bei der Zusammenfassung der Beobachtungssätze nach westlichen und östlichen Längen, wie sie die Tabelle zeigt, aus.

Mittlere Zahl der Beobachtungssätze in einer Wetterkarte.

	Okt.—Dez.			Jan.—März			April—Juni			Juli—Sept.			Jahr		
	W	O	W+O	W	O	W+O	W	O	W+O	W	O	W+O	W	O	W+O
1901/02	68	37	105	69	43	112	69	42	111	65	37	102	68	40	108
1902/03	67	37	104	65	42	107	57	30	87	62	27	89	63	34	97
1903/04	57	31	88	58	27	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gesamt-Mittel	64	35	99	64	37	101	63	36	99	64	32	96	64	35	99
Maximum	78	45	120	76	52	120	74	47	121	74	41	109	78	52	121
Minimum	53	24	83	45	16	73	45	26	73	56	22	78	45	16	73

Im übrigen wird in der Verteilung der Beobachtungen noch eine Differenzierung durch die Südpolarstationen hervorgerufen. So reicht im mittleren Indischen Ozean in der Zeit der Gauss-Station das Beobachtungsfeld weiter hinab als vorher und nachher. Und so unterscheiden sich im Gebiet der Westantarktis die 5 ersten und die 5 letzten Monate von den zwischenliegenden durch das Fehlen der schwedischen Station. Während aber in den 5 letzten noch die „Scotia" im Weddell-Meer kreuzt und dadurch weiter östlich, im Atlantischen Ozean, das Beobachtungsfeld noch etwas nach Süden erweitert wird, endigt es in den 5 ersten etwa im Mittelparallel der Drake-Straße, in 60° Br. Denn über diese Grenze nach Süden hinab geht ein gewöhnliches Schiff nur selten; eine solche Ausnahme weist die kurze Zeit vom 29. Oktober bis zum 4. November 1901 auf, wo eins bis zu dem 64. Breitenkreis ausbiegt.

III. Die räumliche Verteilung.

Sind in der zeitlichen Verteilung Regeln nicht ohne weiteres erkennbar, so ist dies eher der Fall hinsichtlich örtlicher Unterschiede (vgl. auch die Schiffsrouten auf Karte 1 des Atlas).

a) Ganze Zone. Fürs erste erweist sich die westliche Hälfte der Zone stets stärker befahren als die östliche. Ihre Beobachtungszahlen überschreiten demgemäß die der Osthälfte im Durchschnitt sehr erheblich (64 gegen 35), gelegentlich sogar fast um das Drei- bis Vierfache, am meisten am 21. Februar 1904 (66 gegen 16). Verschiebungen im entgegengesetzten Sinn sind weniger stark; der Betrag der Westhälfte wird von der Osthälfte in keinem Fall erreicht, und die stärkste Annäherung brachte der 21. Februar 1903 mit 43 östlichen gegenüber 55 westlichen Punkten.

Dieses Verhältnis beider Halbzonen rührt von der Lage der Länder her. Auf der Osthälfte brauchen die Routen, welche um die Südspitze der Kontinente führen, nicht in so hohe Breite zu gehen wie im Westen, bleiben also auf einen schmaleren Strich im Norden beschränkt, der zum Teil nördlich von 30° Br. liegt. Dazu steht dem interozeanischen Verkehr hier noch ein zweiter Hauptweg um den Norden der beiden Kontinente zu Gebote, durch den Suez-Kanal und die Malakka-Straße. Diesem würde in Zukunft der Weg durch den Panama-Kanal entsprechen. Vorläufig aber bleibt auf der Westhälfte für den Verkehr von Ozean zu Ozean nur die hochsüdliche Route um Kap Horn.

Eine große Zahl von Schiffswegen wird somit hier in unsere Zone herabgeführt und zusammengedrängt.

b) Westhälfte. Darum zeigt sich auch in der Westhälfte, für sich allein betrachtet, die dichteste Scharung der Beobachtungen eben um die Küsten Südamerikas, und von da aus ziehen sie sich fächerförmig auseinander, je nördlicher, desto mehr. Natürlich stellen sich auch hier im einzelnen Variationen ein; so kann man z. B. im Dezember 1901 verfolgen, wie in der ersten Dekade die Gegend um Süd-Chile und Kap Horn von Schiffen wimmelt, von der Mitte des Monats ab jedoch, besonders um den 20., der nämliche Strich fast leer ist. Aber im großen und ganzen gilt doch das Gesagte, d. h. wir finden etwa ein Dreieck, von dem zwei Seiten von der Drake-Straße aus nach Nordwesten und Nordosten ziehen, in welchem stets die größte Häufung herrscht.

Die Meeresräume zu beiden Seiten desselben, der Atlantische und der Stille Ozean, unterscheiden sich wieder voneinander wie auch für sich in ihren einzelnen Teilen.

Im Atlantischen Ozean schiebt sich erstlich von Süden her eine Kältezunge mit vielfach treibendem Eise vor, es winkt außerdem als einziges nächstes Landziel, sei es nun End- oder Durchgangsziel, Südafrika. Darum schneiden mit der erwähnten nordöstlich ziehenden Grenzlinie die Beobachtungen meist ganz schroff nach Südosten ab, und wir können so im atlantischen Teil drei Regionen unterscheiden:

1. An die Ostküste Südamerikas angeschlossen ist jene Fläche mit stets dichtem Beobachtungsnetz, wo sich die Masse der mit Europa verkehrenden Schiffe bewegt.

2. Von hier zieht sich westöstlich gegen Südafrika hinüber ein Verbindungsstück zwischen 30° und etwa 40—45° Br. (selten wie in der ersten Dekade des November 1901 bis zu 50°), das an Beobachtungen schon bedeutend ärmer, ja häufig ganz frei davon ist. Es ist ein Stück der Route der vom Kanal zum Kap oder um dasselbe herum fahrenden Segler. In der folgenden kleinen Tabelle sind die Monate in zwei Gruppen geteilt unter dem Gesichtspunkt, ob an den meisten Tagen eines Monats die Isobarenzeichnung schon im 10., 20., 30. Meridian w. L. abbricht, oder ob sie bis an den Rand der Westhälfte, d. h. an den Nullmeridian, reicht, in welch letzterem Fall sie sich meist auch in der Zeichnung der Osthälfte unmittelbar fortsetzt. Die Aufstellung zeigt, bei einer Gesamt-

Das Beobachtungsgebiet reicht ostwärts

nur bis zum 30., 20. oder 10.° w. L.		bis zum 0. Meridian	
entschieden überwiegend	noch überwiegend	entschieden überwiegend	noch überwiegend
Okt. 1901	Dez. 1901	Nov. 1901	Okt. 1902
Aug. 1903	Jan. 1902	März 1902	Nov. 1902
Sept. 1903	Febr. 1902	April 1902	Jan. 1903
Okt. 1903	Dez. 1902	Juli 1902	April 1903
Nov. 1903	Juli 1903	Sept. 1902	Juni 1903
Jan. 1904		März 1903	
Febr. 1904			
März 1904			
in 8	5	6	5 Monaten

zahl von 24 Monaten (die 6 übrigen sind unentschieden), daß die Zeichnung etwas häufiger schon vor dem Rande der Westhälfte endigt, und zwar relativ am häufigsten im 20. Meridian. Ist aber

die Fortsetzung nach Osten vorhanden, so reichen hier die Isobaren südwärts im allgemeinen bis zum 40. oder 45., sehr vereinzelt auch bis zum 50. Parallelkreis.

3. Die übrigbleibende große Fläche des Südostens, die Bouvet-Gegend, enthält nie Beobachtungen mit Ausnahme der beiden kurzen Zeitspannen im Spätsommer 1903 und 1904, in denen die „Scotia" im Weddell-Meer fuhr (vgl. S. 34).

Im Pazifischen Ozean ist zunächst der chilenischen Küste eine Art Dreiecksfläche größter Häufung angelehnt, entsprechend der Küstenzone des atlantischen Gebiets. Von da westwärts aber liegen mehr Gegenpunkte des Verkehrs als dort: Ostasien, der Malaiische Archipel und die Südenden von Australien und Neuseeland, so daß die Schiffswege hier auf fast alle Breiten unserer Zone auseinandergezogen und dementsprechend die Beobachtungspunkte dünner gesät werden. In der Tat ist die Meeresfläche westlich vom 100.—110. Meridian ab ganz regellos bald in westlicheren bald in östlicheren Teilen, bald in höherer bald in niederer Breitenlage, gelegentlich auch vollständig zwischen 30 und fast 60° Br. und bis zum 180. Meridian mit Beobachtungen versehen. Wenn man aber in dem von Südamerika entfernteren Teile des Ozeans eine Bevorzugung unter den Breiten finden kann, dann ist es gerade die umgekehrte wie im Atlantischen Ozean: die höheren Breiten sind häufiger von Beobachtungen bedeckt, während der Streifen zwischen dem 30. und 35. Parallelkreis vielfach vom 100. Meridian ab ganz der Beobachtungen entbehrt. Fast in allen Monaten, die dafür überhaupt in Frage kommen, etwa der Hälfte, läßt sich dies deutlich verfolgen, z. B. Ende April 1902, Ende Mai 1902, März 1903, zweite Hälfte August 1903, zweite Hälfte März 1904; nur zwei klare Ausnahmen dürften vorliegen im letzten Viertel des August 1902 und im letzten Drittel des April 1903.

Im ganzen ist es allerdings der seltenere Fall, daß der Pazifische Ozean überhaupt ein geschlossenes Isobarenbild darbietet. Das lehrt die folgende Aufstellung, die sich wieder auf 24 Monate bezieht (6 sind unentschieden).

Das Beobachtungsgebiet reicht westwärts

bis zur Mitte des Pazif. Ozeans		geschlossen über den Pazif. Ozean	
entschieden überwiegend	noch überwiegend	entschieden überwiegend	noch überwiegend
Okt. 1901	Juni 1902	Febr. 1902	März 1903
Nov. 1901	Nov. 1902	März 1902	April 1903
Sept. 1902	Febr. 1903	April 1902	
Okt. 1902	Juli 1903	Aug. 1902	
Dez. 1902	Febr. 1904	Jan. 1903	
Aug. 1903		Juni 1903	
Okt. 1903		Sept. 1903	
Nov. 1903			
Dez. 1903			
März 1904			
in 10	5	7	2 Monaten

Unter den 15 Monaten, in denen an der Mehrzahl der Tage die Zeichnung im Pazifischen Ozean abbricht, zeigen etwa $^3/_4$ das Ende der Isobarenzeichnung um die Mitte des Ozeans und $^1/_4$ noch östlich derselben. Die weitere Hälfte des Ozeans, also die Fläche von etwa 130—180° w. L. ist in diesen Fällen entweder ganz frei oder von bald größeren bald kleineren, bald mehr bald weniger zusammenhängenden Stücken von Isobaren bedeckt.

c) Osthälfte. Auf der Seite der Ostlängen herrschen zunächst hinsichtlich der Südgrenze der Beobachtungszone nicht solche Verschiedenheiten in ostwestlicher Richtung wie auf der westlichen Hälfte z. B. zwischen dem westlicheren und östlicheren Strich des Südatlantischen Ozeans. Nur vorübergehend ist hier das Beobachtungsfeld an zwei Stellen etwas weiter südwärts geschoben, wie schon ausgeführt wurde, einerseits am östlichen Rand in den paar Zeitspannen, wo die „Discovery" oder ihr Hilfsschiff „Morning" sich zwischen Neuseeland und Viktorialand bewegt, und andererseits in der Mitte des Indischen Ozeans im Zeitraum der Gauss-Station, wo dann öfter, aber immer noch in der Minderzahl der Tage, eine Ausdehnung der Isobarenzeichnung bis zu höherer Breite auftritt. Von diesen Fällen abgesehen, überschreitet die Beobachtungsregion selten auf größere Längenerstreckung den 50. Breitenkreis, im allgemeinen dürfte sie sich zwischen dem 45. und 50. bewegen, und zwar relativ gleichmäßig über die Halbzone hin. Nur zwischen den beiden äußersten Enden derselben, zwischen der Gegend von Australien und der von Südafrika besteht in letzterer Hinsicht ein merklicher Unterschied. Südlich von Australien und Neuseeland kommen nämlich mitunter auch gewöhnliche Schiffe über den 50. Parallelkreis hinaus, z. B. vom 15.—20. August 1903 (am 19. steht sogar eins südlich von 55° Br.); dagegen befindet sich um Südafrika nicht selten zwischen 0° und 40 oder 50° der Länge schon südlich vom 40. Breitenparallel kein Schiff mehr, so z. B. gleich am 2. und 3. Oktober 1901.

Die Verteilung des Landes bringt es mit sich, daß der Nordrand gerade an den beiden Enden der Osthälfte gut mit Beobachtungen besetzt ist, während er in der Mitte, durch den Indischen Ozean hin, vielfach leer bleibt. Unter den 30 Monaten sind es mehr als zwei Drittel, in denen die Mehrzahl der Tage den 30. Parallelkreis so weit von Beobachtungspunkten freiläßt, daß die Isobarenzeichnung sich über viele Längengrade etwas entfernt davon hält. Die Monate, von denen dies nicht gilt, indem sie entweder klar das Gegenteil bekunden oder überhaupt keine ausgesprochene Stellung einnehmen, scheinen nur folgende 9 zu sein: 1902 April, Mai, Juni, Juli, August, September; 1903 Juli, November, Dezember. Besonders im Juli 1903 gehen die Beobachtungen ausnahmsweise fast durchweg geschlossen an den Nordsaum heran, wie überhaupt in diesem Monat die ganze Zone der Beobachtungen sehr gleichmäßig im Norden liegt, dafür auch nur wenig den 45. Breitenkreis nach Süden überschreitet.

Bezüglich der Ausdehnung des Beobachtungsfeldes in Ostwestrichtung unterscheiden sich wieder die beiden Enden voneinander. Im Osten reicht es so gut wie durchweg an den Blatt-

Das Beobachtungsgebiet reicht westwärts

nicht bis zum 0. Meridian		bis zum 0. Meridian	
entschieden überwiegend	noch überwiegend	entschieden überwiegend	noch überwiegend
Dez. 1901	Jan. 1902	Nov. 1901	Mai 1902
Sept. 1903	Jan. 1904	März 1902	Juli 1902
Febr. 1904		April 1902	Aug. 1902
März 1904		Juni 1902	Nov. 1902
		Sept. 1902	April 1903
		Okt. 1902	Mai 1903
		Juni 1903	Juli 1903
			Dez. 1903
in 4	2	7	8 Monaten

rand, wegen der Nachbarschaft Neuseelands mit seinen Häfen, und oft setzt sich hier die Isobarenzeichnung über den 180. Meridian auf die Westhälfte fort. Im Westen hingegen liegt zwischen Afrika und dem Nullmeridian öfters eine Lücke, ähnlich wie im angrenzenden Streifen der westlichen Längen, nur nicht so häufig. Die umstehende Tabelle gibt einen Überblick darüber.

Endlich weist der Gürtel im Indischen Ozean zuweilen Lücken auf, welche den Isobarenzug ganz unterbrechen. Doch ist dies hier bei weitem nicht so häufig wie im Atlantischen und Pazifischen Ozean; es ist vielmehr in den meisten Monaten die Mehrzahl der Tage durch geschlossene Linienführung ausgezeichnet. Nach Ausweis der nachstehenden Tabelle geht die Zahl der Tage

Zahl der Tage mit Unterbrechung der Zeichnung im Indischen Ozean.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1901										5	4	9
1902	3	5	1	1	8	4	0	1	5	2	11	18
1903	7	4	7	20	15	5	2	17	20	5	13	14
1904	11	20	21									

mit Unterbrechungen in genau der Hälfte der Monate nicht einmal über 5 hinaus, und nur in 6 Monaten wird die Zahl von 15 Tagen, also die Hälfte des Monats, überschritten. Besonders unvollständig sind die beiden letzten Monate, Februar und März 1904. — Wie die folgende Doppelreihe lehrt, verteilen sich diese Lücken über den Ozean so, daß das Häufigkeitsmaximum der Unterbrechungen in die Gegend des 50. Meridians, also nicht in die Mitte, sondern näher an Afrika, und

Prozentische Verteilung der Unterbrechungen auf die Meridiane:

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	Summa
0	1	5	12	15	12	10	10	11	10	6	3	2	1	1	1	0	100

ein kleines sekundäres Maximum um den 90. Meridian zu liegen kommt. Die Unterbrechungen erstrecken sich in den meisten Monaten durchschnittlich auf 20 Längengrade, in 7 Monaten (November 1901, Januar 1902, Februar 1902, April 1902, August 1902, Februar 1903 und Juli 1903) nur auf rund 10, in drei Monaten aber (Dezember 1901, September 1903, März 1904) auf ungefähr 30 und nur in einem (Februar 1904) auf durchschnittlich 40 Längengrade. Der Februar 1904 stellt sich damit als der dürftigste Monat dar. Er ist es auch nach seinen Beobachtungszahlen an den ausgewählten drei Terminen (Tabelle S. 35); wenn man aus denselben einen Mittelwert bildet, so erhält dieser Februar den niedrigsten unter allen Monaten.

Im vorstehenden dürften die Hauptzüge der Verteilung unseres Materials gegeben sein, natürlicherweise in starker Generalisation; denn nur so lassen sich 900 Karten in Kürze überschauen und hat diese Betrachtung überhaupt Sinn.

Die Verteilung im ganzen als günstig oder ungünstig anzusprechen, dazu hat man keine Veranlassung, weil keine Vergleichsbasis vorhanden ist. Die Lehre aber drängt sich auf, daß, wenn je ein solches Unternehmen wiederholt werden sollte, nicht genug von dem Prinzip der deutschen Expedition, Basisstationen auf subantarktischen Inseln zu errichten, Gebrauch gemacht werden müßte. Eine einzige weitere feste Station z. B. auf der Gough-Insel würde das Beobachtungsnetz in höchst wertvoller Weise vervollständigt haben. Nächstdem käme die Prinz Edward-Gruppe in Betracht. Auch würde die Heard-Insel (in meteorologischer Hinsicht allein) wohl noch vorteil-

hafter als Kerguelen sein. Auf die vollständige Isolierung der Discovery-Station im vorliegenden Fall ist schon oben hingewiesen worden.

IV. Die Ausdehnung der Mittelkarten.

In den Mittelkarten entsprechen die Grenzen der Zeichnung im großen und ganzen denen der Einzelkarten. Zu den Zeiten also und an den Stellen, wo in diesen die Grenzen weiter südwärts reichen, ist es auch in jenen der Fall. Im einzelnen aber wird in den Mittelkarten eine größere Tendenz zum Ausgleich sich einstellen, es werden sich die Unterschiede verringern. Wie viele Schnittpunkte in den 30 Monatsmittelkarten mit Werten versehen sind, darüber gibt die folgende Tabelle Aufschluß.

Zahl der Schnittpunktswerte in den Mittelkarten.

	1901 Geogr. Länge			1902 Geogr. Länge			1903 Geogr. Länge			1904 Geogr. Länge		
	O	W	O+W	O	W	O+W	O	W	O+W	O	W	O+W
Januar				86	90	176	91	100	191	80	82	162
Februar				86	85	171	93	95	188	**70**	86	156
März				96	97	193	93	98	191	73	67	**140**
April				91	100	191	88	80	168			
Mai				92	86	178	80	87	167			
Juni				94	81	175	89	**107**	**196**			
Juli				89	93	182	89	89	178	Gesamtmittel		
August				96	95	191	86	62	148	86	84	170
September				**101**	75	176	71	97	168			
Oktober	82	72	154	100	75	175	77	68	145			
November	81	**60**	141	93	85	178	80	61	141			
Dezember	86	85	171	84	76	160	80	74	154			

Danach fällt in den Ostlängen die kleinste Zahl auf Februar 1904 mit 70 Daten, die größte auf September 1902 mit 101. In den Westlängen sind die Extreme 60 im November 1901 und 107 im Juni 1903. Die Westhälfte weist also etwas größere Schwankungen auf. Die Zahlen der Osthälfte bewegen sich meist sehr gleichmäßig zwischen 80 und 95. Im Durchschnitt sind in beiden Hälften beinahe gleich viele Schnittpunkte mit Werten vertreten, in der östlichen 86, in der westlichen 84, und in der ganzen Zone mithin 170. Als deren Extremzahlen treten 140 Werte im März 1904 und 196 im Juni 1903 auf.

In der Westhälfte für sich allein folgt die Verteilung der Werte wieder ähnlichen Regeln, wie sie in den Einzelkarten hervortraten: volle Besetzung stets um Südamerika, Lücken im Atlantischen Ozean stets nach der Bouvet-Gegend hin, und im Pazifischen unregelmäßig. — Daß die Zeichnung geschlossen durch alle Längen des Pazifischen Ozeans gehen kann, ist immerhin in mehr als der Hälfte der Karten der Fall, nämlich Dezember 1901 bis Mai 1902, Juli 1902, August 1902, Januar bis März 1903, Mai bis Juni 1903, September 1903 und Februar 1904. Aber nur an vier derselben (April 1902, März 1903, Juni 1903, September 1903) ist auch vom Nord- bis zum Südrand dieser ganze Ozeanstreifen bedeckt. Im übrigen sind leere Flächen am häufigsten im westlichen Teil dieses Ozeans, etwa von 120—130° der Länge ab. — Im Atlantischen Ozean bleibt die schmale Fläche von 10 oder 20° w. L. nach Afrika hinüber in zwei Dritteln der Monate frei.

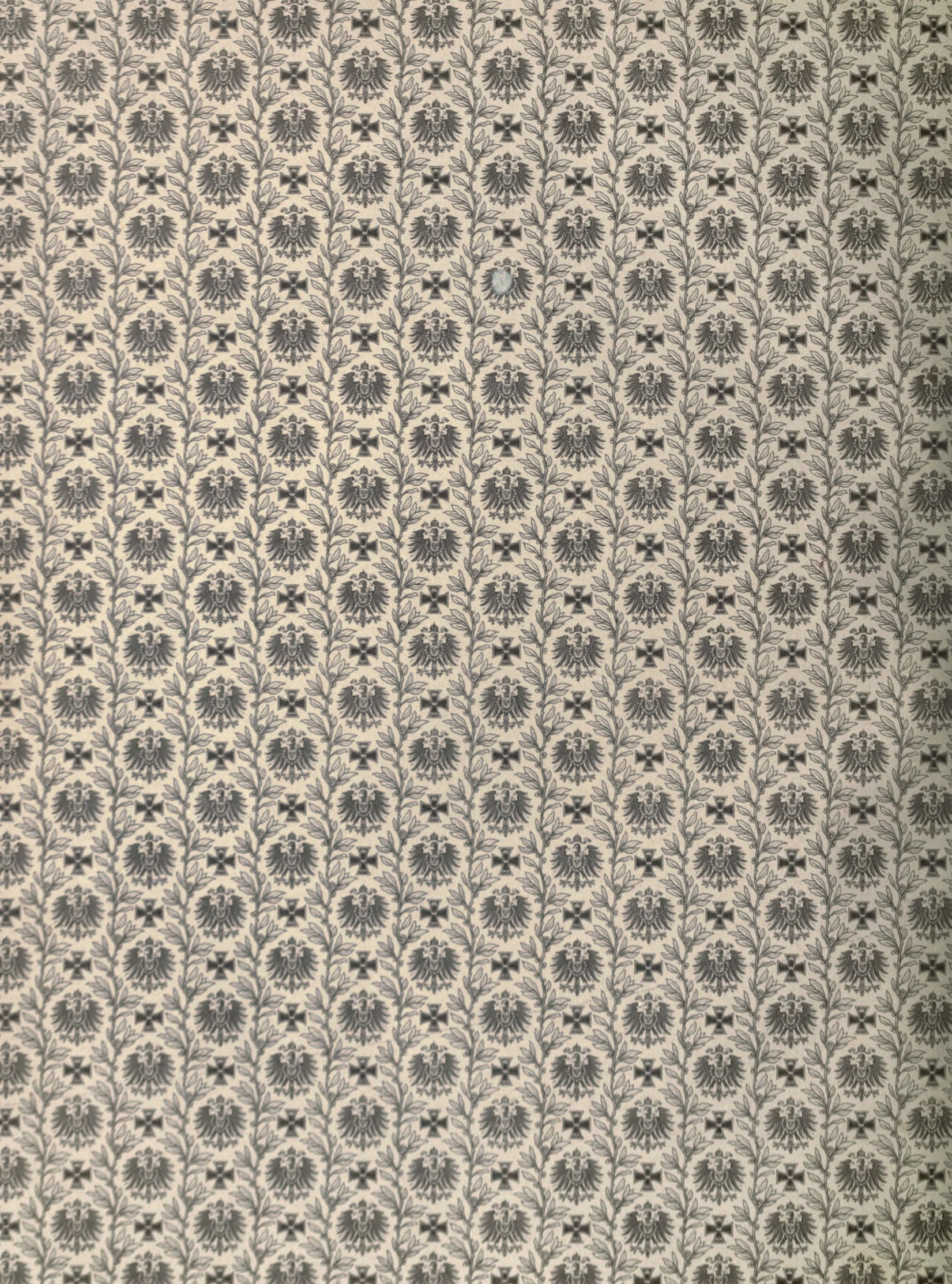
Auf der Osthälfte herrschen wieder in der Richtung der Breitenkreise nicht solche Verschiedenheiten wie im Westen. Es gibt keinen einzigen Monat, in dem nicht wenigstens vom 10. östlichen Meridian ab ein lückenloses Isobarenbild bis jenseits Neuseelands vorhanden wäre. Es handelt sich nur darum, ob der eine und andere der 5 Parallelkreise, die hier meist in Betracht kommen, einige Lücken aufweist. Am häufigsten ist dies der Fall beim 30. in der Mitte des Indischen Ozeans und beim 45. und 50. südlich von Australien und westlich von Kerguelen (wie in den Einzelkarten). Die dürftigsten Monate sind September 1903, Februar und März 1904; bei ihnen ist nur der 40. Parallelkreis ziemlich lückenlos besetzt. Auch die dazwischen liegenden Monate sind nicht vollkommen, im Gegensatz zu denen etwa aus der Mitte des Jahres 1902. Im übrigen aber kommen eben in dieser Hälfte keine großen Verschiedenheiten vor.

Unter den Vierteljahrskarten gibt es verschiedene, in denen annähernd alle Längen des Pazifischen Ozeans zusammenhängend versehen sind; auf einigen findet sich der ganze Atlantische, auf allen aber, auch den Breiten nach, der Indische Ozean lückenlos.

Schluß.

Diese ausführlicheren Darlegungen über das verwendete Beobachtungsmaterial und den meteorologischen Atlas hielten wir deshalb für nötig, weil nur auf Grund eines klaren, kritischen Einblicks in dieses Fundament und sein Zustandekommen auch eine sachgemäße Würdigung der Untersuchungen, die sich darauf aufbauen mögen, und der Erkenntnisse, die hoffentlich daraus erwachsen, möglich ist.

Langwierige, mühsame Vor- und Zwischenarbeiten mußten dabei geleistet werden, und eine Reihe von Kräften in Tätigkeit treten. Es braucht in Anbetracht dessen kaum betont zu werden, daß auch auf sorgfältige und zuverlässige Ausführung aller Arbeiten von vornherein der größte Bedacht genommen wurde. Kontrollen, Vergleiche und zum Teil völlige Nachprüfungen der Tabellen und Karten wurden, soweit wie erforderlich, vorgenommen. Wir glauben also versichern zu können, daß nach jeder Richtung das Mögliche geschehen ist, um das reiche Material, das uns durch die internationale meteorologische Kooperation und durch ergänzende Arbeiten zur Verfügung gestanden hat, in eine für wissenschaftliche Untersuchungen brauchbare Form zu bringen.



University of Tor
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pock
LOWE-MARTIN CO. LIMI

569471
HPoler
D4876
Deutsche Südpolar-Expedition, 1901-1903;
hrsg. von Erich von Drygalski.
Bd.5:2.